MEMORIE

DELLA

R. ACCADEMIA DELLE SCIENZE

DELL' ISTITUTO DI BOLOGNA

CLASSE DI SCIENZE FISICHE

Serie VII - Tomo III

1915-16

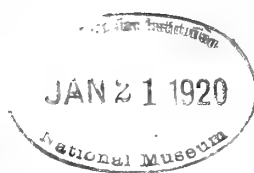
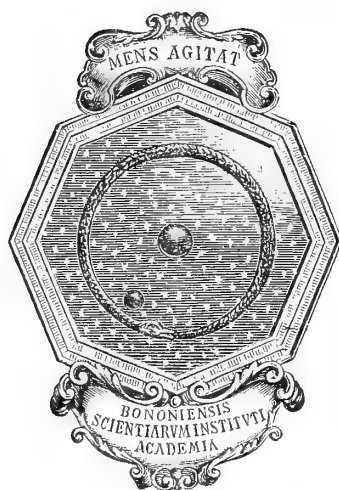
MEMORIE

DELLA

R. ACCADEMIA DELLE SCIENZE

DELL' ISTITUTO DI BOLOGNA

CLASSE DI SCIENZE FISICHE

SERIE VII. — TOMO III.

BOLOGNA
TIPOGRAFIA GAMBERINI E PARMEGGIANI
1916

METODO ABBREVIATO DI CALCOLO PER LE TRAVI QUADRANGOLATE AD ASSE RETTILINEO E AD ALTEZZA COSTANTE O VARIABILE

MEMORIA

DEL

PROF. SILVIO CANEVAZZI

letta nella Sessione del 14 Novembre 1915.

(CON UNA TAVOLA)

1. Una trave quadrangolata, confrontata con una trave ordinaria a parete piena, di pari altezza e di forma normale, cioè costituita da due nuclei detti corde, piattabande o nervature, riuniti da una parete continua, si differenzia pel fatto che, divisa la trave in tronchi di lunghezza Δx, uguale o non molto diversa dalla sua altezza, la parete continua di collegamento verticale fra le nervature inferiore e superiore è sostituita in ogni tronco da un montante, situato in corrispondenza della mezzeria del tronco considerato (Fig. 1 e 2). Una trave così composta viene anche detta trave Vierendel dal nome dell'ingegnere, che l'ha studiata con speciale interesse, dandone anche una teoria completa (1), e risulta formata di due piattabande (nervature, corde o nuclei resistenti) una superiore ed una inferiore e di montanti, rigidamente connessi alle corde o piattabande, in guisa da lasciare fra loro vani di forma quadrilatera con due lati verticali. Gli angoli dei vani elementari ordinariamente sono smussati o raccordati (Fig. 3) e ciò all'intento di rendere più robusto l'attacco del montante colle piattabande. Se si considerano due travi quadrangolate uguali ed in una di queste, secondo una delle diagonali dei quadrilateri elementari, si dispone una barra resistente, collegata cogli elementi, che concorrono nei due angoli alle estremità della diagonale considerata, si ottiene necessariamente una trave reticolata a triangoli, che indicheremo col nome di trave triangolata correlativa alla trave quadrangolata primitiva. Se si tracciano poi due figure geometriche formate cogli assi delle barre componenti le travature sopraindicate si ottiene ciò che viene chiamato lo schema geometrico della travatura quadrangolata oppure della sua correlativa triangolata (Fig. 4).

Prescindendo dalle deformazioni elastiche, la funzione delle diagonali nella trave triangolata è di rendere invariabili col concorso dei montanti le distanze relative fra le estremità dei montanti stessi e gli altri elementi della struttura in guisa da op-

---

(1) Bulletin de l'Association des ingènieurs civils de France. Août 1900.
Giornale del Genio civile 1899. Il ponte Vierendel e la sua calcolazione (Prof. Andruzzi).

porsi agli scorrimenti relativi delle corde in senso parallelo all'asse come se fra le medesime esistesse una parete continua di collegamento, atta a renderle solidali nella resistenza alla flessione. Nella trave quadrangolata, mancano le barre diagonali, la funzione su esposta rimane affidata ai soli montanti, i quali debbono per ciò presentare una conveniente rigidità trasversale ed essere saldamente connessi ad incastro colle nervature.

2. I quadrilateri elementari componenti la trave quadrangolata vengono detti campi, scomparti od anche intervalli. Ognuno di questi, mancando una diagonale di irrigidimento, che ne determini la forma in base alla sola lunghezza dei suoi elementi, non può, prescindendo dalle deformazioni elastiche, conservare la sua figura iniziale sotto l'azione di forze esterne altrocchè se le varie membrature (corde superiore ed inferiore, montanti) sono saldamente incastrate fra loro nei punti di concorso o nodi, e se esse sono sufficientemente rigide rispetto alle azioni che le sollecitano.

La trave triangolata semplice correlativa ad una trave quadrangolata data, pel fatto di essere costituita da una serie di triangoli adiacenti e successivi con un lato comune, pur ritenendo le unioni nei nodi a cerniera, è indeformabile. Infatti se n è il numero dei nodi, tanto per tutto il sistema come per una parte di esso, date le lunghezze delle barre, si hanno $2n - 3$ condizioni, cioè quante sono necessarie e sufficienti per determinarlo. Essendo poi supposto che le unioni nei nodi siano a cerniera, le varie barre non possono subire che sollecitazioni assiali, per cui il numero delle reazioni incognite agenti nelle membrature è $2n - 3$, cioè tante quante sono le condizioni che assicurano l'equilibrio di ogni singolo nodo (due per ogni nodo) diminuite delle tre relazioni generali di equilibrio nel piano, ed il sistema è staticamente determinato ed in modo univoco, perchè tutte le equazioni sono lineari. La trave quadrangolata correlativa invece, se k è il numero degli scomparti, contiene $2n - 3 - k$ barre e per conseguenza con unioni a cerniera nei nodi, indipendentemente dalle deformazioni elastiche, non può avere forma determinata: perchè ciò non sia è indispensabile che le varie membrature siano fra loro unite ad incastro, dando così origine, oltrecchè a sforzi assiali, anche a sforzi di taglio ed a momenti flettenti. In queste condizioni il numero delle reazioni incognite diventa di tre per ogni membratura, cioè $3\,(2n - 3 - k)$, ed il problema della loro determinazione entra nella categoria dei problemi iperstatici. Fatta una sezione orizzontale, più esattamente secondo l'asse della trave, in modo da tagliare tutti i montanti, le caratteristiche di sollecitazione in ogni membratura potranno essere espresse in funzione delle forze esterne attive, delle reazioni e delle caratteristiche meccaniche incognite sollecitanti le sezioni tagliate (sforzo assiale V, sforzo tagliante Q, momento flettente μ). Col metodo poi degli spostamenti, come hanno fatto Andruzzi e Vierendel, oppure utilizzando le proprietà del lavoro elastico di deformazione (teorema di Menabrea, teoremi di Castigliano) ed eventualmente anche dei *teoremi di correlazione* (*) potranno essere determinate in ogni elemento sezionato le incognite

(*) Canevazzi S. — Arte del fabbricare. Meccanica applicata alle costruzioni. App. II.

della questione, uniformandosi ai metodi ben noti per la risoluzione dei problemi iperstatici, che si incontrano nello studio della scienza delle costruzioni.

Questo procedimento di calcolo, certamente razionalissimo, richiede un lungo sviluppo algebrico, come è carattere specifico di tutti i problemi iperstatici a molte incognite, e come appare anche dall'esame dello studio, superiormente citato, fatto dall'ing. Vierendel. I lunghi sviluppi algebrici e le formule complesse non sono molto adatte per la pratica professionale, la quale preferisce le formole semplici, anche se soltanto approssimate, semprecchè l'approssimazione sia contenuta entro limiti razionali. Tale preferenza viene ordinariamente giustificata coll'incertezza relativa che regna sul valore degli sforzi unitarî massimi ammissibili pei singoli materiali, colle differenze che si riscontrano anche fra materiali della stessa specie e finalmente col risparmio di tempo e colla maggiore probabilità di evitare errori numerici nell'esecuzione dei calcoli di resistenza e stabilità, senza contare che spesso nella messa in opera della struttura non si arriva a realizzare le condizioni supposte dal calcolo iperstatico. Tenendo presente queste considerazioni e per gli intenti tecnico-professionali appare evidente la convenienza di far ricerca per la trave quadrangolata di un processo di calcolo, il quale, se pure non assolutamente rigoroso, dia sufficiente garanzia di approssimazione praticamente accettabile e nello stesso tempo offra svolgimento e formole finali semplici e di facile applicazione. Già nel lavoro citato dell'ingegnere Vierendel è fatto cenno di un modo di abbreviare i calcoli, introducendo approssimazioni razionali nelle formule proposte, e più recentemente il prof. Danusso, in una memoria pubblicata sul giornale *il Cemento* (anno 1911), ha riconosciuto l'opportunità di semplificare le formule pel calcolo della trave quadrangolata proponendo una teoria approssimata sull'equilibrio della medesima, e di questo argomento si è pure interessato l'ing. G. Revere. Uno studio informato a questi criteri sembra presentare tanto maggiore interesse in quanto che la travatura quadrangolata costituisce un tipo costruttivo, che in molti casi, specialmente in causa delle difficoltà inerenti al getto entro casseri per strutture reticolate complesse, appare conveniente per opere in cemento armato, materiale pel quale le ricerche teoriche non possono avere che un carattere indiziario largamente approssimato, e quindi tale da consigliare l'uso di formole semplici e di coefficenti prudenziali. In questa nota ci proponiamo di determinare le condizioni di equilibrio di una trave quadrangolata accettando i criterî d'approssimazione, correntemente usati nello studio delle grandi travi soggette a flessione, e di collegarne la teoria con quella delle grandi travi reticolate semplicemente triangolate, mirando ad arrivare a formule aventi carattere professionale, largamente approssimate bensì, ma sufficenti per la pratica.

3. All'intento di semplificare l'analisi riteniamo che i carichi esterni siano applicati alla trave quadrangolata in corrispondenza ai montanti, supponendo concentrato nei nodi anche il peso proprio della trave. Rappresenteremo genericamente con $P(P_1, P_2 \dots P_n)$ i carichi corrispondenti ai montanti $(1, 2 \dots n)$ distinguendo rispettivamente con P^o e P^u la parte di carico agente alla parte superiore ed inferiore del montante, in guisa che

sia $P^0 + P^u = P$. Una più larga ipotesi di carico complicherebbe senza vantaggio la questione, poichè effettivamente in pratica le travi secondarie sono spesso, se non il più delle volte, attaccate alla trave maestra in corrispondenza ai montanti. Quando anche in qualche caso ciò non fosse, i pesi verrebbero sempre riportati sui montanti, e l'effetto locale, colle norme usuali, può sempre essere calcolato a parte ed aggiunto agli sforzi ricavati nell' ipotesi della concentrazione dei carichi in corrispondenza ai montanti. Questa ipotesi autorizza a considerare costante lo sforzo tagliante in ogni tronco di trave compreso fra due montanti, ed i momenti flettenti variabili linearmente fra gli stessi limiti, ciò che permette di semplificare i calcoli che ne dipendono. I campi o scomparti in una trave quadrangolata hanno ordinariamente la medesima larghezza, per cui la distanza λ fra montante e montante ha valore costante; se ciò non si verifica allora rappresenteremo ordinatamente con λ_1, $\lambda_2 \dots \lambda_n$ le larghezze successive dei varî scomparti, incominciando la numerazione da sinistra.

Indichiamo coll' indice 1, $2, \dots m \dots n$ i montanti successivi di una trave quadrangolata, incominciando a contare dall'estremità di sinistra della medesima, e conveniamo di rappresentare con

O lo sforzo agente assialmente nella nervatura superiore della trave

U lo sforzo assiale nella nervatura inferiore

S lo sforzo assiale che, a pari condizioni di carico, si svilupperebbe nella saetta della trave triangolata correlativa alla trave quadrangolata considerata

α, β, γ rispettivamente gli angoli che con una orizzontale fanno la corda o nervatura superiore, la corda inferiore e la saetta

e di distinguere i varî elementi segnando al piede l' indice del montante, che limita a destra lo scomparto, al quale le membrature appartengono. O_m, U_m, S_m, α_m β_m γ_m corrisponderanno con questa convenzione agli elementi dello scomparto m — 1^{esimo} compreso fra il montante m — 1^{esimo} ed il montante $m.^{\text{esimo}}$.

Rappresentiamo con

M il momento flettente in una sezione qualsiasi della trave, con M_m il suo valore in corrispondenza all' m^{esimo} montante e con $M_{m-\frac{1}{2}}$ il momento nella sezione mediana dello scomparto m — $1.^{\text{esimo}}$

F lo sforzo tagliante in una sezione qualsiasi e con F_m lo sforzo tagliante nello scomparto m — $1.^{\text{esimo}}$ aggiungendo uno o due apici a seconda che interessa mettere in evidenza il suo valore all'estremo sinistro o destro dello scomparto considerato

I il momento d' inerzia di una sezione qualsiasi della trave e con I_m lo stesso momento nello scomparto $m.^{\text{esimo}}$

A l' area della sezione della trave

Ω^o ed Ω^u le aree delle sezioni rette delle corde e con Ω il loro comune valore quando sono uguali

$\Omega^o_1 = \dfrac{\Omega^o}{\cos\alpha}$ ed $\Omega^u_1 = \dfrac{\Omega^u}{\cos\beta}$ le aree delle sezioni delle corde o nervature fatte con

un piano verticale, intendendo che in questi simboli o si riferisca alla corda superiore ed u a quella inferiore

V lo sforzo assiale nel montante, con V_m quello che si verifica nel montante $m.^{esimo}$

Q lo sforzo tagliante agente nel montante in corrispondenza alle sezioni d'incastro colle corde superiore od inferiore e con Q_m lo stesso sforzo nell'm^{esimo} montante

μ^o e μ^u rispettivamente i momenti di incastro del montante colla corda superiore ed inferiore e con μ_m^o e μ_m^u le stesse quantità per l'm^{esimo} montante.

u e v le coordinate di un punto qualsiasi della sezione della trave riferita a due assi baricentri, quello delle u orizzontale e quello delle v verticale

u_1 la larghezza della sezione della trave in corrispondenza all'ordinata v

v' e v'' rispettivamente le coordinate delle fibre superiore ed inferiore più lontane dall'asse delle u

v_1' e v_1'' le ordinate corrispondenti ordinatamente al limite superiore ed inferiore del vano quadrilatero in uno scomparto qualsiasi

h l'altezza della trave per cui $h = v' + v''$

h' l'altezza del vano interno in ogni scomparto per cui $h' = v_1' + v_1''$

H la distanza fra gli assi delle nervature superiore ed inferiore

$\lambda = \Delta x$ la distanza fra gli assi di due montanti successivi: quando non si avverta il contrario λ si riterrà costante

λ' la larghezza del vano quadrilatero in ogni scomparto: quando non si avverta il contrario λ' si riterrà costante

C il momento statico della sezione, che per gli assi baricentrici è necessariamente nullo

C' e C'' i momenti statici, uguali e di segno contrario della parte di sezione superiore all'asse neutro e di quella inferiore

C_v il momento statico della parte di sezione resistente compresa fra due orizzontali, una di ordinata v' e l'altra di ordinata v

$p_{xx} = R = \frac{Mv}{I}$ lo sforzo molecolare normale alla sezione verticale della trave in un punto di ordinata v

$p_{xv} = p_{vx} = \frac{FC_v}{Iu_1}$ lo sforzo molecolare unitario tangenziale in corrispondenza di un punto di ordinata v

τ^o e τ^u lo sforzo di taglio longitudinale in corrispondenza alle linee limitanti superiormente ed inferiormente i vani quadrilateri di ogni scomparto per la lunghezza λ'

T^o e T^u gli stessi sforzi considerando però la lunghezza λ, cioè la distanza fra gli assi di due montanti successivi.

W' il momento risultante degli sforzi tangenziali in corrispondenza al vano di uno scomparto, qualora il vano stesso non esistesse

W il momento somma dei momenti elementari di distorsione (degli sforzi molecolari tangenziali) di tutti gli elementi resistenti della parete verticale di collegamento

fra i nuclei (corde o nervature) in una trave a parete piena, di pari altezza di quella quadrangolata considerata, e compresi fra gli assi di due montanti successivi e delle nervature superiore ed inferiore

v'_m e v''_m i momenti alle estremità di un tronco di nervatura compresa fra due montanti successivi: $v'_m{}^{,o}$ $v''_m{}^{,o}$ per la nervatura superiore e $v'_m{}^{,u}$, $v''_m{}^{,u}$ per la nervatura inferiore.

N la componente orizzontale dello sforzo O agente nella corda superiore, o dello sforzo U agente nella nervatura inferiore: $O \cos \alpha = -N$, $U \cos \beta = N$.

4. Se si immaginano due travi ad asse rettilineo, parallele, orizzontali e cogli assi posti nello stesso piano verticale, collegate fra loro con montanti, entro i limiti delle deformazioni elastiche ordinarie, si possono considerare due casi diversi ben distinti:

a) I montanti sono uniti colle travi superiore ed inferiore a cerniera e quindi vincolano solo le deformazioni in senso verticale in guisa che, prescindendo dalle deformazioni elastiche dei montanti, gli spostamenti Δy in senso verticale sono praticamente i medesimi per le due travi. Ciascuna trave si inflette sotto l'azione dei carichi per rotazione indipendente e libera della propria sezione, e la deformazione avviene come se le due travi, sopprimendo i montanti, fossero poste a contatto senza alcuna disposizione atta ad impedire gli scorrimenti longitudinali relativi delle medesime. Un sistema così composto prende il nome di travatura combinata, e, se si indicano con

M il momento flettente dei carichi agenti sulla travatura

M^o ed M^u le porzioni di momento flettente cui rispettivamente resistono la trave superiore ed inferiore in guisa che sia $M^o + M^u = M$

I^o ed I^u i momenti d'inerzia particolari della trave superiore ed inferiore

Δy^o e Δy^u gli abbassamenti verticali della trave superiore ed inferiore sotto l'azione dei carichi

in causa dei vincoli imposti dovrà verificarsi in ogni sezione la relazione

$$\Delta y^o = \Delta y^u$$

ossia

$$\int \frac{M^o x dx}{E I^o} = \int \frac{M x dx}{E I^u} - \int \frac{M^o x dx}{E I^u}$$

e quindi anche, ritenendo E costante per le due travi,

$$\frac{M^o}{I^o} = \frac{M}{I^u} - \frac{M^o}{I^u}$$

dalla quale si ricava

$$M^o = \frac{I^o}{I^o + I^u} M = i_o M$$

$$M^u = M - M^o = \frac{I^u}{I^o + I^u} M = i_u M$$

Se si considera il solo sforzo di taglio F e si indicano con F^o ed F^u le porzioni dello sforzo tagliante F corrispondenti rispettivamente alla trave superiore ed inferiore in guisa che sia $F^o + F^u = F$

Ω^o ed Ω^u le aree delle sezioni trasversali della trave superiore ed inferiore, con procedimento analogo si ricava

$$F^o = \frac{\Omega^o}{\Omega^o + \Omega^u} F = j_o F$$

$$F^u = \frac{\Omega^u}{\Omega^o + \Omega^u} F = j_u F$$

b) I montanti sono uniti ad incastro colla trave superiore ed inferiore e presentano sufficente rigidità per vincolare non solo le deformazioni verticali, ma anche gli scorrimenti relativi longitudinali delle due travi.

In queste condizioni, e prescindendo dalle deformazioni elastiche, le estremità dei montanti sono fisse rispetto alle nervature superiore ed inferiore, come lo sarebbero nella trave triangolata correlativa per l'esistenza delle saette. Sotto l'azione del momento flettente le rotazioni delle sezioni trasversali delle nervature rimangono forzate, cioè vincolate in modo comparabile a quanto avverrebbe in due travi sovrapposte a contatto, nelle quali con opportuni espedienti costruttivi fossero impediti gli scorrimenti relativi in guisa da formare un'unica compagine saldamente assicurata. Il calcolo della resistenza a flessione di un tale sistema deve essere fatto considerando l'area resistente completamente solidale nella deformazione, e nella formula di stabilità si deve quindi introdurre il momento d'inerzia I dell' intera sezione fatta con un piano normale all' asse del sistema considerato.

Nel caso che ci occupa ed in conformità di quanto si usa per le grandi travi, ritenendo le due nervature di area uguale ($\Omega^o = \Omega^u = \Omega$) come avviene generalmente nella pratica, si può ammettere

$$I = \frac{1}{2} \Omega H^2 \qquad v' = \frac{1}{2} H$$

e quindi

$$M = \frac{RI}{v'} = R\Omega H = \pm NH$$

$$\frac{M}{H} = \pm N = -O = U$$

perchè

$$\alpha = \beta = 0$$

Se il sistema resistente, invece di essere composto da due corde o piattabande orizzontali riunite con montanti incastrati nelle medesime, è formato con nervature curve, allora si ha ancora

$$\pm N = \frac{M}{H}$$

ma

$$O = -\frac{M}{H}\frac{1}{\cos\alpha} \qquad U = \frac{M}{H}\frac{1}{\cos\beta}$$

od anche, con maggior precisione e con riferimento al valor medio in corrispondenza alla mezzeria di ogni intervallo fra montante e montante,

$$O_m = \frac{M_{m-1} + M_m}{H_{m-1} + H_m}\frac{1}{\cos\alpha_m} = \frac{M_{m-\frac{1}{2}}}{H_{m-\frac{1}{2}}}\frac{1}{\cos\alpha_m},$$

$$U_m = \frac{M_{m-1} + M_m}{H_{m-1} + H_m}\frac{1}{\cos\beta_m} = \frac{M_{m-\frac{1}{2}}}{H_{m-\frac{1}{2}}}\frac{1}{\cos\beta_m}$$

formole che danno gli sforzi assiali nelle nervature di una travatura quadrangolata con montanti incastrati nelle medesime, e ciò, ben inteso, senza pregiudizio di altre sollecitazioni che possono essere dovute anche all'effetto dei vincoli esistenti fra le varie parti della struttura e che dovranno essere composte colle azioni assiali poc'anzi determinate.

5. Prendiamo da prima in esame il caso di una trave quadrangolata ad altezza costante, che interessa particolarmente in causa delle numerose applicazioni che queste strutture possono avere nella pratica. Se si confronta la trave quadrangolata con una trave a parete piena di pari altezza e lunghezza appare che per la porzione di parete corrispondente al vano λ' h' della trave quadrangolata gli sforzi tangenziali $p_{xv} = p_{vx} = \frac{FC_v}{Iu_1}$ sviluppano nella trave a parete piena un momento resistente alla distorsione dovuto alla somma dei momenti dei singoli elementi $u_1 dxdv$, cioè alla somma dei termini $p_{xv}\, u_1\, dxdv$ in tutto il campo h' λ'. Per lo scomparto m — 1^{esimo} avremo

$$W'_m = \int_0^{\lambda'} dx \int_{v_1''}^{v_1'} p_{xv}\, u_1 dv = \int_0^{h'} dx \int \frac{F_m C_v}{I_m} dv$$

In base all'ipotesi di carico ammessa F_m ha valore costante in tutto lo scomparto od intervallo $\lambda > \lambda'$ e sono inoltre costanti H ed Ω, per cui ritenendo, come d'uso, per le grandi travi

$$C_v = C' = \frac{\Omega H}{2}, \qquad I = \frac{\Omega H^2}{2}$$

si ricava

$$W'_m = \frac{F_m C_v}{I_m}\int_0^{\lambda'} dx \int_{v_1''}^{v_1'} dv = \frac{F_m C'}{I_m}\lambda' h' = F_m \lambda' \frac{h'}{H}$$

se, come avviene in pratica usualmente, si può ritenere $h' = H$ allora $W'_m = F_m \lambda'$.

Dalla relazione superiore si ricava come valore dello sforzo tagliante longitudinale

τ in corrispondenza alla linea limitante il vano

$$\tau_m = \frac{W'_m}{h'} = \frac{F_m C'}{I_m} \lambda' \simeq \frac{F_m \lambda'}{H}$$

In causa del vano esistente nella travatura quadrangolata lo sforzo τ viene riportato sui montanti in corrispondenza alle loro sezioni di incastro come sforzo di taglio, cui devono resistere. Indicando con τ'_m e τ''_m le azioni sui montanti di sinistra e di destra si può scrivere

$$\tau'_m = \tau''_m = \frac{F_m \lambda'}{2H}$$

Il montante deve resistere oltre chè all'azione dello sforzo τ anche a quello dello sforzo tagliante corrispondente alla sua sezione d'attacco colle nervature. Il momento resistente di distorsione W nella trave a parete continua di confronto superiormente indicata, e che chiameremo primitiva, perchè da essa si deduce la trave quadrangolata praticandovi tagli ed opportune asportazioni di parete, per tutto il tronco compreso fra gli assi di due montanti successivi è dato da

$$W_m = \int_o^\lambda dx \int p_{xv} u_1 dv = \int_o^\lambda dx \int \frac{F_m C_v}{I} dv = \frac{F_m C'}{I} \int_0^\lambda dx \int_{v_1''}^{v_1'} dv = F_m \lambda \frac{h'}{H}$$

Per consuetudine accettata dai costruttori nello studio delle grandi travi, si suppone il materiale resistente concentrato lungo l'asse delle varie membrature. In questa ipotesi $h' = h = H$ quindi

$$W_m = F_m \lambda_m \quad , \quad T_m = \frac{F_m \lambda_m}{H}$$

e lo sforzo Q_m di taglio nella sezione d'incastro del montante risulta

$$Q_m = \frac{T_m}{2} + \frac{T_{m+1}}{2} = \frac{1}{2} \left(\frac{F_m \lambda_m + F_{m+1} \lambda_{m+1}}{H} \right)$$

Ordinariamente il valore di λ è costante per tutti gli scomparti della trave, quindi in tal caso

$$Q_m = \frac{F_m + F_{m+1}}{2H} \lambda$$

È interessante osservare che in una trave ad asse rettilineo nelle condizioni supposte $F\lambda = \Delta M$; quindi la formula superiore per una trave ad altezza costante può anche essere scritta nel modo seguente

$$Q_m = \frac{\Delta M_{m-1} + \Delta M_m}{2H}$$

Il montante è soggetto ad uno sforzo assiale V in dipendenza ai carichi che vi sono applicati, ed agli sforzi taglianti Q nelle due sezioni di incastro, quindi i momenti d'incastro saranno dati da

$$\mu^o = i_o QH$$

$$\mu^u = i_u QH$$

Quando i carichi sono applicati ai montanti, le sezioni delle nervature in ogni scomparto sono o possono essere ritenute uguali, e così pure i loro momenti d'inerzia I^o ed I^u, quindi

$$i_o = i_u = \frac{1}{2}$$

$$\mu^o = \frac{1}{2} QH = \frac{1}{4}\left(F_m + F_{m+1}\right)\lambda = \frac{1}{4}\left(\Delta M_{m-1} + \Delta M_m\right)$$

$$\mu^u = -\frac{1}{2} QH = -\frac{1}{4}\left(F_m + F_{m+1}\right)\lambda = \frac{1}{4}\left(\Delta M_{m-1} + \Delta M_m\right)$$

Come alle etremità di ogni montante si esercitano due sforzi di taglio $\pm Q$ e due momenti μ (μ^o e μ^u), così alle estremità di ogni tronco di nervatura corrispondente ad uno scomparto agiscono due sforzi di taglio Z' e Z'' e due momenti v' e v''. In condizioni normali rispetto alle ipotesi fatte sulla distribuzione dei carichi

$$i_o = i_u = j_o = j_u = \frac{1}{2} = 0{,}50$$

e supponendo, come d'uso per le grandi travi, le aree resistenti delle membrature concentrate nei loro assi

$$Z'_m = -Z''_m = \pm \frac{W'}{2\lambda'} \backsimeq \pm \frac{W}{2\lambda} = \pm \frac{F}{2}$$

$$v' = -v'' = \frac{1}{2} Z'\lambda = -\frac{1}{2} Z''\lambda = \pm \frac{1}{4} F\lambda$$

Tanto nei montanti quanto nelle nervature i momenti dipendenti dall'unione ad incastro variano linearmente in guisa che a metà altezza del montante $\mu = 0$ e così pure a metà lunghezza del tronco λ di nervatura $v = 0$. Nei nodi per l'equilibrio sarà necessariamente $\mu^o_m = v''_m + v'_{m+1}$.

Qualora le sezioni delle nervature fossero talmente diverse da non poter ritenere i coefficenti di rigidità i_o ed i_u uguali fra loro ed eguali ad $^1/_2$, allora nelle espressioni di μ e nelle altre che ne dipendono bisogna conservare in evidenza i coefficenti i_o ed i_u ed attribuire loro il valore che corrisponde al caso che si considera.

La forza assiale agente nel montante si ricava dalla considerazione che, sopportando in condizioni usuali ogni corda o nervatura la metà del carico che gli è tra-

smesso, la detta forza sarà data dalla semidifferenza fra il carico P^u agente in basso del montante ed il carico P^o agente invece sulla corda superiore

$$V_m = \frac{1}{2}\left(P^u_m - P^o_m\right)$$

In via generale sarebbe

$$V_m = i_u P^u_m - i_o P^o_m$$

Lo sforzo assiale nei montanti intermedî ha in genere poca importanza nel calcolo di queste travi, mentre invece ne hanno moltissima i momenti μ e v, che in vicinanza agli appoggi specialmente assumono valori importanti. Anzi è bene osservare che all'intento di diminuire il valore dei momenti μ può essere consigliabile di avvicinare i montanti diminuendo il valore della distanza λ in vicinanza agli appoggi. Si è osservato che d'ordinario $i_o = i_u = \frac{1}{2}$ però, specialmente quando le travi secondarie, almeno in parte, riposano in corrispondenza agli scomparti invece che sui montanti, può avvenire che le due corde abbiano sezione diversa perchè diversamente sollecitate. In questo caso bisogna tener presente l'osservazione fatta sui valori di μ e di v, bisogna cioè mantenere in evidenza i coefficenti di rigidità i_o ed i_u ed attribuire loro il valore che compete al caso considerato.

6. Dalle cose esposte risulta che pel calcolo pratico-professionale di una trave quadrangolata ad altezza costante caricata da pesi agenti in corrispondenza ai montanti e colle nervature (piattabande o corde) così formate da poter ritenere, come avviene usualmente,

$$i_o = i_u = \frac{1}{2}, \qquad j_o = j_u = \frac{1}{2}$$

occorrono le seguenti formule, semplici nella forma e facilissime ad essere dimostrate e calcolate,

$$N_m = -O_m = U_m = \pm \frac{M_{m-1} + M_m}{2H} = \pm \frac{M_{m-\frac{1}{2}}}{H}$$

$$Q_m = \frac{1}{2H}\left(F_m\lambda_m + F_{m+1}\lambda_{m+1}\right) = \frac{\lambda}{2H}\left(F_m + F_{m+1}\right)$$

$$Z'_m = -Z''_m = \frac{1}{2}F_m$$

$$\mu^o_m = -\mu^u_m = \frac{1}{4}\left(F_m\lambda_m + F_{m+1}\lambda_{m+1}\right) = \frac{\lambda}{4}\left(F_m + F_{m+1}\right)$$

$$v'_m = -v''_m = \frac{1}{4}F_m\lambda_m$$

$$V_m = \frac{1}{2}\left(P^u_m - P^o_m\right)$$

I risultati che si ottengono da queste formule rientrano nella cerchia di approssimazione ordinariamente raggiunta nei calcoli usuali per le grandi travi a parete continua o reticolata. Si potrebbe forse anche dire per queste ultime che l' approssimazione è maggiore, poichè nessuna delle ipotesi ammesse involge un errore dell' importanza di quello di considerare come cerniere unioni costituite invece da membrature saldamente incastrate fra loro. In nessun caso i risultati ottenuti da queste formule e quelli ottenuti impiegando rigorosamente i teoremi della teoria generale della resistenza dei materiali possono differire fra loro più del 10 %, perchè le ipotesi introdotte si riducono a considerare valori medî in sostituzione di altri variabili fra limiti poco diversi, e quindi l' errore possibile sta in relazione col piccolo scarto fra i massimi e minimi dei valori variabili ed il loro valor medio assunto a base dei calcoli. Tale scarto sta appunto fra i limiti considerati e come prova riportiamo il seguente quadro, nel quale per la trave ad altezza costante studiata dall' ing. Vierendel nella memoria sopra citata sono inscritti i valori di Q ottenuti colle formule proposte dal detto ingegnere e quelli ricavati applicando le formule ottenute superiormente.

Metodo Vierendel (procedimento rigoroso)	Metodo Vierendel (procedimento approssimato)	Metodo abbreviato (formole di questa nota)
29 138	29 413	30 250
43 795	43 336	46 720
33 430	33 151	33 800
20 255	20 275	20 200
6 762	6 752	6 996

Dall' esame del quadro riportato risulta che la differenza fra i valori nelle tre colonne non arriva al 10 % e che anzi è notevolmente inferiore : questa differenza nel metodo di calcolo abbreviato proposto risulta favorevole alla stabilità del sistema.

Il calcolo delle sezioni resistenti viene fatto colle formule usuali di resistenza pei casi di sollecitazione complessa. Il montante deve resistere allo sforzo assiale V costante, al momento μ, massimo nelle sezioni d' incastro e nullo nella sezione mediana, ed allo sforzo di taglio costante Q, quindi, coi simboli usuali, dovrà essere

$$R = \frac{V}{A} \pm \frac{\mu v}{I} \qquad\qquad S = \frac{Q}{A}$$

ritenendo che esprimano

A l'area della sezione retta del montante

I il momento d' inerzia nel montante

R lo sforzo unitario normale

S lo sforzo unitario tangenziale

v la distanza della fibra considerata dall'asse neutro baricentrico del montante.

Il tronco di nervatura compreso fra due montanti è sollecitato in modo analogo. Esso deve resistere allo sforzo assiale $\pm N$ costante, allo sforzo di taglio Z pure costante e finalmente al momento flettente $\mathfrak{v}$ variabile linearmente da $\mathfrak{v}'$ a $\mathfrak{v}''$ e nullo nel punto di mezzo. Le formule di resistenza sono ancora quelle indicate pel montante coll'avvertenza che v, A ed I si debbono riferire alla corda o nervatura che si considera

$$R = \frac{N}{A} \pm \frac{\mathfrak{v} v}{I} \qquad S = \frac{Z}{A}$$

7. Prendiamo ora in esame il caso più generale di una travatura ad altezza variabile considerando nelle varie membrature concentrate il materiale lungo il loro asse, per cui $h' = h = H$. Gli sforzi agenti nelle nervature per lo scomparto generico $m - 1^{esimo}$ sono dati (§ 4) da

$$O_m = \frac{M_{m-1} + M_m}{h_{m-1} + h_m} \frac{1}{\cos \alpha_m} = \frac{M_{m-\frac{1}{2}}}{h_{m-\frac{1}{2}}} \sec. \alpha_m$$

$$U_m = \frac{M_{m-1} + M_m}{h_{m-1} + h_m} \frac{1}{\cos \beta_m} = \frac{M_{m-\frac{1}{2}}}{h_{m-\frac{1}{2}}} \sec. \beta_m$$

Se si confronta la trave quadrangolata colla trave primitiva corrispondente a parete piena, l'azione verticale esercitata in una sezione sulla parete di collegamento fra le nervature si compone della somma algebrica dello sforzo di taglio F colle componenti verticali dei due sforzi O ed U agenti nelle nervature. Se questa risultante si indica con Φ, nel campo generico $m - 1^{esimo}$ si ha

$$\Phi_m = F_m - \frac{M_{m-1} + M_m}{h_{m-1} + h_m} \left(\operatorname{tg} \alpha_m + \operatorname{tg} \beta_m\right) = F_m - 2 \frac{M_{m-\frac{1}{2}}}{h_{m-1} + h_m} \left(\operatorname{tg} \alpha_m + \operatorname{tg} \beta_m\right)$$

od anche

$$\Phi_m = F_m - \frac{M_{m-1} + M_m}{h_{m-1} + h_m} \frac{h_m - h_{m-1}}{\lambda} = F_m - 2 \frac{M_{m-\frac{1}{2}}}{h_{m-1} + h_m} \frac{h_m - h_{m-1}}{\lambda}$$

In ogni scomparto compreso fra due montanti successivi F_m ha valore costante, perchè i carichi si suppongono concentrati in corrispondenza ai montanti, quindi anche Φ_m è costante, e perciò, nell'ipotesi di riferirsi alla trave primitiva a parete piena e che lo sforzo tagliante, come si usa ammettere in via ordinaria, sia distribuito uniformemente nella sezione A della parete verticale, per cui si verifichi la relazione

$$p_{xv} = p_{vx} = \frac{\Phi}{A}$$

si ricava immediatamente pel tronco di trave compreso fra gli assi di due montanti successivi, come valore del momento resistente alla distorsione,

$$W_m = \int_o^\lambda dx \int_{v_1''}^{v_1'} dvu_1 \frac{\Phi_m}{A} = \frac{\Phi_m}{A} \lambda A = \Phi_m \lambda$$

Questa stessa formula, ricordando che per le grandi travi

$$C_v = C' = \frac{\Omega H}{2} \quad I = \frac{1}{2} \Omega H^2 ,$$

può dedursi anche dalla formula

$$W_m = \int_o^\lambda dx \int_{v_1''}^{v_1} dv \frac{\Phi_m C_v}{I} = \frac{\Phi_m \Omega H}{\Omega H^2} \lambda H = \Phi_m \lambda$$

Sostituendo a Φ_m il suo valore, si ottiene per $\lambda = \lambda_m$

$$W_m = \Phi_m \lambda_m = F_m \lambda_m - \frac{M_{m-1} + M_m}{h_{m-1} + h_m} \left(h_m - h_{m-1} \right) =$$

$$= F_m \lambda_m - 2 \frac{M_{m-\frac{1}{2}}}{h_{m-1} + h_m} \left(h_m - h_{m-1} \right)$$

e quindi lo sforzo tangenziale risultante medio sarà dato da

$$T_m = 2 \frac{W_m}{h_{m-1} + h_m} = 2 \frac{F_m \lambda_m}{h_{m-1} + h_m} -$$

$$- 2 \frac{M_{m-1} + M_m}{h_{m-1} + h_m} \frac{h_m - h_{m-1}}{h_{m-1} + h_m} = 2 \frac{\Phi_m \lambda_m}{h_{m-1} + h_m}$$

Se si indicano con T'_m e T''_m gli sforzi taglianti riportati alle estremità superiore ed inferiore dei due montanti limitanti lo scomparto $m - 1^{\text{esimo}}$ sarà

$$T_m \left(\frac{h_{m-1} + h_m}{2} \right) = T'_m h_{m-1} + T''_m h_m$$

e ritenendo accettabile che sia

$$T'_m h_{m-1} = T''_m h_m$$

si ricava immediatamente

$$T'_m = \frac{1}{4} T_m \left(\frac{h_{m-1} + h_m}{h_{m-1}} \right)$$

$$T''_m = \frac{1}{4} T_m \left(\frac{h_{m-1} + h_m}{h_m} \right)$$

od anche, sostituendo a T_m il suo valore,

$$T'_m = \frac{1}{2} \Phi_m \frac{\lambda_m}{h_{m-1}}$$

$$T''_m = \frac{1}{2} \Phi_m \frac{\lambda_m}{h_m}$$

Da queste relazioni, ritenendo in conformità a quanto si verifica ordinariamente nella pratica,

$i_o = i_u = i = \frac{1}{2} \quad \lambda_m = \lambda_{m+1} = \cdots\cdots = \lambda$, si ricava

$$Q_m = T''_m + T'_{m+1} = \frac{1}{2h_m}\left(\Phi_m \lambda_m + \Phi_{m+1} \lambda_{m+1}\right) = \frac{\lambda}{2h_m}\left(\Phi_m + \Phi_{m+1}\right)$$

$$\mu^o = - \mu^u = i Q_m h_m = \frac{1}{4}\left(\Phi_m \lambda_m + \Phi_{m+1} \lambda_{m+1}\right) = \frac{\lambda}{4}\left(\Phi_m + \Phi_{m+1}\right)$$

$$\pm Z = \frac{1}{2} \Phi_m$$

$$v''_m = \frac{1}{4} \Phi_m \lambda_m = \frac{1}{4} \Phi_m \lambda$$

$$v'_{m+1} = \frac{1}{4} \Phi_{m+1} \lambda_{m+1} = \frac{1}{4} \Phi_{m+1} \lambda$$

$$\mu_m = v''_m + v'_{m+1}$$

Alle estremità del montante agiscono in senso verticale lo sforzo esterno ivi applicato più la componente verticale degli sforzi agenti nelle nervature che vi concorrono. Se la risultante verticale di queste azioni si indica con Y all' estremità superiore sarà

$$Y^o_m = P^o_m + \frac{M_{m+\frac{1}{2}}}{h_{m+\frac{1}{2}}} \operatorname{tg} \alpha_{m+1} - \frac{M_{m-\frac{1}{2}}}{h_{m-\frac{1}{2}}} \operatorname{tg} \alpha_m$$

e a quello inferiore

$$Y^u_m = P^u_m + \frac{M_{m+\frac{1}{2}}}{h_{m+\frac{1}{2}}} \operatorname{tg} \beta_{m+1} - \frac{M_{m-\frac{1}{2}}}{h_{m-\frac{1}{2}}} \operatorname{tg} \beta_m$$

Lo sforzo assiale nel montante, ritenendo al solito il coefficente di rigidità i uguale ad un mezzo $\left(\frac{1}{2}\right)$ sarà dato da

$$V_m = \frac{1}{2}\left(Y^u_m - Y^o_m\right)$$

Se la trave, invece che ad altezza variabile, fosse ad altezza costante H, allora $\alpha = \beta = 0$ e le formole superiori si cambiano in quelle ricavate direttamente nel numero precedente per la trave quadrangolata ordinaria ad altezza costante. Infatti

$$\Phi = F$$

$$Q_m = \frac{\lambda}{2H}\left(F_m + F_{m+1}\right)$$

$$\mu_m = \frac{\lambda}{4}\left(F_m + F_{m+1}\right)$$

$$V_m = \frac{1}{2}\left(P^u_m - P^o_m\right)$$

8. Le formule trovate nel numero precedente servono a calcolare gli sforzi agenti nelle membrature di una travatura quadrangolata a montanti verticali incastrati e coi carichi concentrati in corrispondenza dei montanti, sia essa ad altezza costante o variabile. Per le stesse ragioni esposte al paragrafo sesto parlando delle travature ad altezza costante, esse conducono a risultati aventi lo stesso grado d'approssimazione che si ottiene nelle travature reticolari ordinarie applicando la teoria usuale basata sulla considerazione che se la trave è in equilibrio, debbono essere in equilibrio anche tutte le sue parti, cioè o i nodi di concorso, oppure una porzione staccata con una sezione che tagli non più di tre membrature incognite. La differenza fra i valori forniti dalle formule del numero precedente e quelli ricavati dalle espressioni complesse ottenute dall'ing. Vierendel nella memoria citata, applicando il metodo degli spostamenti alla risoluzione generale del problema iperstatico dell'equilibrio di una travatura quadrangolata non arriva mai al 10 % ed è quasi sempre notevolmente inferiore, per cui il metodo proposto è accettabile nella pratica. Confrontando i valori ottenuti dall'ing. Vierendel con quelli che si ricavano da queste formule rimane verificato l'asserto come è stato dimostrato con un esempio numerico al paragrafo sesto.

Il calcolo delle sezioni resistenti pei montanti e per le nervature si fa, applicando le formule convenienti alla sollecitazione complessa nel modo indicato per le travature ad altezza costante al paragrafo sesto.

9. È interessante osservare che il metodo abbreviato di calcolo proposto riposa essenzialmente sulla determinazione degli sforzi Q agenti come sforzi taglianti trasversalmente ai montanti nelle loro sezioni d'attacco ad incastro colle nervature superiore ed inferiore. Lo sforzo Q nelle travi ad altezza costante è esattamente uguale alla semisomma degli sforzi T negli scomparti di sinistra e di destra adiacenti al montante considerato, nelle travature ad altezza variabile invece è uguale alla somma delle azioni T'' e T' agente a sinistra ed a destra del medesimo, somma che necessariamente

differisce pochissimo dalla semisomma dei valori T dai quali dipendono T'' e T'. Se si richiamano le formule che danno T_m e T_{m+1}

$$T_m = 2\frac{\Phi_m \lambda_m}{h_{m-1} + h_m} = \frac{2\lambda_m}{h_{m-1} + h_m}\left[F_m - 2\frac{M_{m-\frac{1}{2}}}{h_{m-1} + h_m}\left(\operatorname{tg}\alpha_m + \operatorname{tg}\beta_m\right)\right]$$

$$T_{m+1} = 2\frac{\lambda_{m+1}}{h_m + h_{m+1}}\Phi_{m+1} = 2\frac{\lambda_{m+1}}{h_m + h_{m+1}}\left[F_m - 2\frac{M_{m+\frac{1}{2}}}{h_m + h_{m+1}}\left(\operatorname{tg}\alpha_{m+1} + \operatorname{tg}\beta_{m+1}\right)\right]$$

e quelle che danno gli sforzi agenti nelle membrature della trave triangolata correlativa alla trave quadrangolata considerata

$$O_m = \frac{M_m}{h_m}\frac{1}{\cos\alpha_m}$$

$$U_m = \frac{M_{m-1}}{h_{m-1}}\frac{1}{\cos\beta_m}$$

$$S_m = \frac{1}{\cos\gamma_m}\left(\frac{M_m}{h_m} - \frac{M_{m-1}}{h_{m-1}}\right) = \frac{1}{\operatorname{sen}\gamma_m}\left[F_m - 2\frac{M_{m-\frac{1}{2}}}{h_{m-1} + h_m}\left(\operatorname{tg}\alpha_m + \operatorname{tg}\beta_m\right)\right]$$

ricordando che

$$\operatorname{tg}\gamma_m = \frac{h_{m-1} + h_m}{2\lambda_m}, \qquad \frac{\cos\gamma_m}{\operatorname{sen}\gamma_m} = \frac{2\lambda_m}{h_{m-1} + h_m}$$

si ricava che

$$S_m \cos\gamma_m = \frac{2\lambda_m}{h_{m-1} + h_m}\left[F_m - 2\frac{M_{m-\frac{1}{2}}}{h'_{m-1} + h_m}\left(\operatorname{tg}\alpha_m + \operatorname{tg}\beta_m\right)\right] = T_m$$

e quindi anche

$$S_m \cos\gamma_m = T_m = \frac{M_m}{h_m} - \frac{M_{m-1}}{h_{m-1}}$$

cioè lo sforzo T non è altro che la componente orizzontale dello sforzo S agente nella saetta della trave triangolata correlativa.

Se la trave quadrangolata fosse ad altezza costante $\alpha = \beta = 0$ ed

$$S_m \cos\gamma_m = \frac{M_m - M_{m-1}}{H} = \frac{\Delta M_m}{H} = \frac{F_m \lambda_m}{H} = T_m$$

Questo risultato poteva anche prevedersi intuitivamente; e può servire a legittimare l'accettazione della teoria svolta nei paragrafi precedenti. Infatti la trave quadrangolata può intendersi come derivata dalla trave triangolata correlativa sopprimendo

in quest' ultima le saette. In un sistema di elementi materiali solidali può sempre sopprimersi un certo numero dei medesimi, purchè a questi, nei punti vincolati, si sostituiscano azioni equivalenti a quelle prodotte dal vincolo soppresso. La saetta nella trave triangolata mantiene le estremità dei montanti solidali alle altre parti della trave ed a distanza fissa da esse, astrazione fatta dalle deformazioni elastiche. Essa è inclinata rispetto all' asse della trave all' intento di avere figure elementari triangolari, e quindi indeformabili quando siano stabilite le lunghezza dei lati, e non può esercitare la sua funzione di resistere alle dislocazioni relative delle estremità dei montanti e delle membrature che vi sono connesse altrochè dando luogo nei montanti stessi ad uno sforzo, che, combinato coll' azione orizzontale resistente alla dislocazione anzidetta, abbia per risultante lo sforzo agente nella saetta. La soppressione di quest' ultima membratura per passare dalla trave triangolata correlativa a quella quadrangolata importa che in questa siano applicate alle estremità dei montanti due azioni resistenti uguali alle componenti orizzontali degli sforzi corrispondenti alle saette, mentre nel montante, che nella trave triangolata insieme alla saetta impedisce gli spostamenti relativi dei punti di concorso nelle membrature, lo sforzo rimane diminuito nella direzione assiale del valore corrispondente alla componente verticale dell'azione corrispondente alla saetta. In altri termini al sistema montante-saetta, che nella trave triangolata impedisce nelle corde i movimenti relativi di scorrimento longitudinale vincolando i punti di concorso delle nervature o nodi, viene sostituito nella trave quadrangolata il solo montante incastrato nelle nervature coll' ufficio di impedire gli stessi movimenti poc' anzi menzionati colla propria resistenza a flessione come trave incastrata alle sue estremità nelle nervature superiore ed inferiore, cioè soggetta a momento flettente ed a sforzo di taglio: assialmente non agisce nel montante che l' azione di solidarietà.

In realtà in una trave triangolata le componenti orizzontali degli sforzi agenti nelle due saette terminanti all' estremità di un montante, non saranno uguali perchè, d' ordinario, sono calcolate prendendo i momenti nei nodi, invece che in corrispondenza alle mezzerie degli scomparti, come è stato fatto nelle formule superiori. Per approssimazione la componente orizzontale Q_m potrà essere presa uguale alla semisomma dei due valori $S_m \cos \gamma_m$ ed $S_{m+1} \cos \gamma_{m+1}$, cosa che dà anche il modo di apprezzare il grado d' approssimazione raggiunto. In tal modo si suppone che il punto di flesso del montante sia nel punto di mezzo della sua altezza, mentre in realtà esso sarebbe leggermente spostato verso il basso o verso l' alto a seconda che $S_m \cos \gamma_m$ aumenta o diminuisce passando dallo scomparto $m - 1^{\text{esimo}}$ a quello $m.^{\text{esimo}}$

La soppressione della saetta importa necessariamente l' esistenza di un incastro alle estremità del montante, poichè altrimenti la sua posizione rispetto alle altre membrature del sistema non sarebbe definita, e la travatura cesserebbe di essere un sistema composto indeformabile rientrante nella categoria *b*) considerata al paragrafo 4 per diventare una struttura combinata rientrante nella categoria *a*) studiata pure nello stesso paragrafo. Infatti la posizione di un punto (estremità del montante rispetto ad un elemento fisso) è definito da due coordinate, quindi o le distanze da due dei suoi punti

(le due barre, saetta e montante fissate ad una nervatura, coordinate bipolari) oppure la distanza da un punto (la lunghezza del montante, raggio vettore) e l'angolo (anomalia) che essa (la direzione dell'asse del montante) fa con una direzione fissa, quella della nervatura superiore od inferiore (coordinate polari).

10. Dalle cose esposte precedentemente risulta che, data una trave quadrangolata e tracciato lo schema geometrico della trave triangolata correlativa, gli sforzi Q agenti sui montanti nelle loro sezioni d'incastro possono essere facilmente dedotti, analiticamente o graficamente dai risultati del calcolo staticamente determinato della trave triangolata correlativa: basta per questo determinare le componenti orizzontali degli sforzi agenti nelle saette; i valori di Q sono dati dalla semisomma delle componenti orizzontali delle azioni agenti nelle due saette che terminano alle estremità di uno stesso montante. Avuti i valori di Q, gli altri elementi di calcolo, cioè i valori μ, v, Z, si ricavano con facilità nel modo superiormente indicato (§ 8) facendo poi i poligoni delle forze agenti nei nodi, punti di incontro dei montanti colle nervature superiore, ed inferiore, si possono ricavare anche graficamente i valori delle espressioni (vedi Fig. 7).

$$V_m = \frac{1}{2}\left(Y^u - Y^o\right)$$

$$Y^o = P^o + \frac{M_{m+\frac{1}{2}}}{h_{m+\frac{1}{2}}} \operatorname{tg} \alpha_{m+1} - \frac{M_{m-\frac{1}{2}}}{h_{m-\frac{1}{2}}} \operatorname{tg} \alpha_m$$

$$Y^u = P^u + \frac{M_{m+\frac{1}{2}}}{h_{m+\frac{1}{2}}} \operatorname{tg} \beta_{m+1} - \frac{M_{m-\frac{1}{2}}}{h_{m-\frac{1}{2}}} \operatorname{tg} \beta_m$$

Gli sforzi O ed U rimangono gli stessi calcolati per la trave triangolata correlativa. Quest'ultima poi, costituendo un sistema staticamente determinato, può essere calcolata per *equilibrio di nodi* o di *sezioni*, con procedimento analitico, grafico o misto, seguendo i metodi ben noti della meccanica applicata alle costruzioni.

11. Una trave quadrangolata può essere calcolata graficamente anche in modo diretto e senza passare per la trave triangolata correlativa. Con base D si costruiva (Fig. 5) il poligono delle forze e funicolare relativo ai carichi concentrati in corrispondenza ai montanti e per le mezzerie degli scomparti si tirano le verticali intersecanti nel poligono funicolare, le ordinate $\eta_{m-\frac{1}{2}}$, mentre in corrispondenza ai montanti si hanno le ordinate η_m. Supponiamo dapprima il caso di una travatura quadrangolata ad altezza costante H, allora per un montante qualsiasi m, per es. $m = 4$ si ha (Fig. 5)

$$N_m = \pm \frac{M_{m-\frac{1}{2}}}{H} = \pm \frac{D}{H} \eta_{m-\frac{1}{2}}$$

$$\Delta M_{m-1} = F_m \lambda_m = D(\eta_m - \eta_{m-1}) = D \cdot bd$$

$$\Delta M_m = F_{m+1} \lambda_{m+1} = D(\eta_{m+1} - \eta_m) = D \cdot ef$$

$$Q = \frac{1}{2H}\left(\Delta M_{m-1} + \Delta M_m\right) = \frac{D}{2H}\left(\eta_{m+1} - \eta_{m-1}\right) = \frac{D}{2H} cf$$

$$\mu^o = -\mu^u = \frac{D}{4}\left(\eta_{m+1} - \eta_{m-1}\right) = \frac{D}{4} cf$$

$$v''_{m-1} = v''_3 = \frac{D}{4}\left(\eta_m - \eta_{m-1}\right) = \frac{D}{4} bd$$

$$v'_{m+1} = v'_4 = \frac{D}{4}\left(\eta_{m+1} - \eta_m\right) = \frac{D}{4} ef$$

$$V_m = V_4 = \frac{1}{2}\left(P_4^u - P_4^o\right)$$

Se si ha cura di prendere D in modo che $\frac{D}{H}$ sia un numero intero, il calcolo grafico riesce semplicissimo e speditivo.

Quando la trave quadrangolata è ad altezza variabile, il procedimento grafico di calcolo diventa alquanto più complesso. Disegnato, come precedentemente, lo schema geometrico della trave AB ed il poligono delle forze e funiculare (A_1 B_1 C_1) relativo ai carichi concentrati in corrispondenza ai montanti (Fig. 6), si tracci il diagramma A_2 B_2 C_2 degli sforzi

$$N_{m-\frac{1}{2}} = \frac{M_{m-\frac{1}{2}}}{h_{m-\frac{1}{2}}} = \frac{D}{h_{m-\frac{1}{2}}} \eta_{m-\frac{1}{2}} = \zeta_{m-\frac{1}{2}}$$

costruendo per ogni ordinata $\eta_{m-\frac{1}{2}}$ una quarta proporzionale dopo D ed $h_{m-\frac{1}{2}}$, e pei punti $a_{m-\frac{1}{2}}$ si conducano le normali alle membrature di contorno comprese fra l'$m - 1^{esimo}$ e l'm^{esimo} montante ad incontrare in $b_{m-\frac{1}{2}}$ e $c_{m-\frac{1}{2}}$ le orizzontali condotte per $d_{m-\frac{1}{2}}$

$$O_m = a_{m-\frac{1}{2}} b_{m-\frac{1}{2}} \qquad U_m = a_{m-\frac{1}{2}} c_{m-\frac{1}{2}}$$

le differenze poi $\zeta_{m+\frac{1}{2}} - \zeta_{m-\frac{1}{2}} = d_{m+\frac{1}{2}} e_{m+\frac{1}{2}}$ dànno i valori di Q_m.

Costruendo i poligoni di equilibrio per ogni nodo (Fig. 7) si ricavano, come è già stato indicato, i valori di Y_m^o ed Y_m^u e quindi anche i valori di V_m, non che un segmento proporzionale a Q_m che dovrà essere uguale, come verifica delle operazioni fatte, a $\zeta_{m+\frac{1}{2}} - \zeta_{m-\frac{1}{2}}$.

Nella figura la costruzione è stata indicata per $m = 4$.

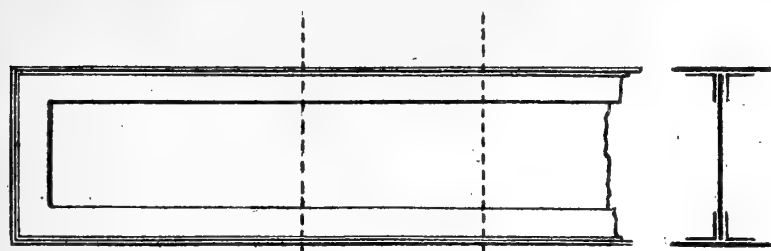
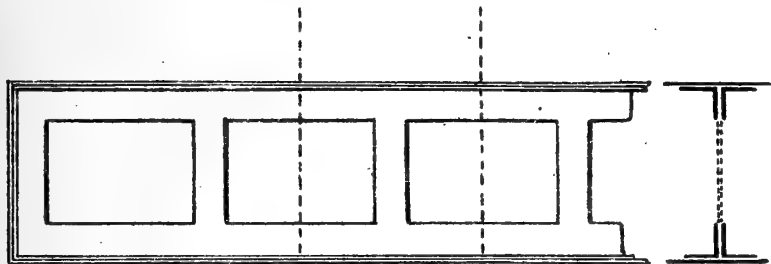
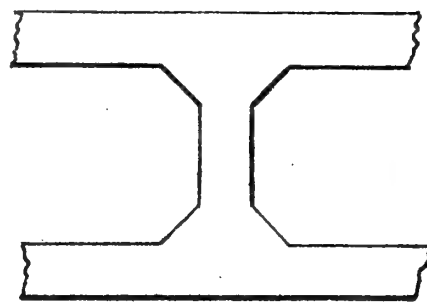
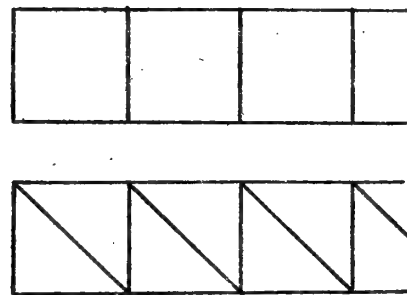
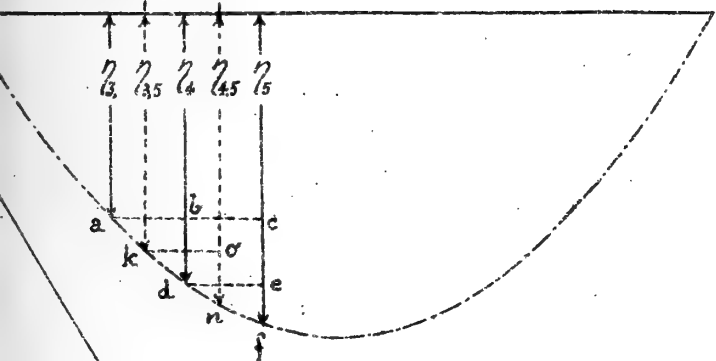
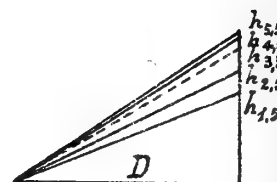
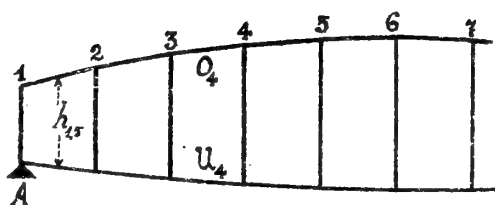
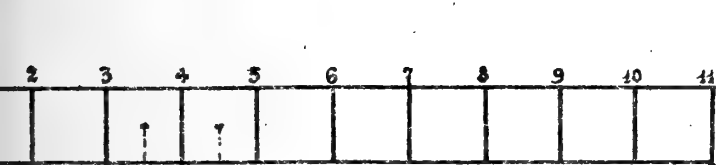
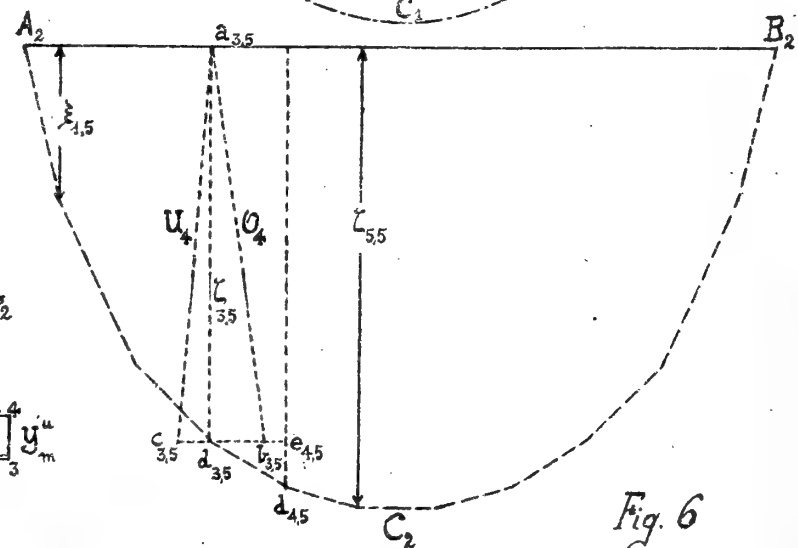
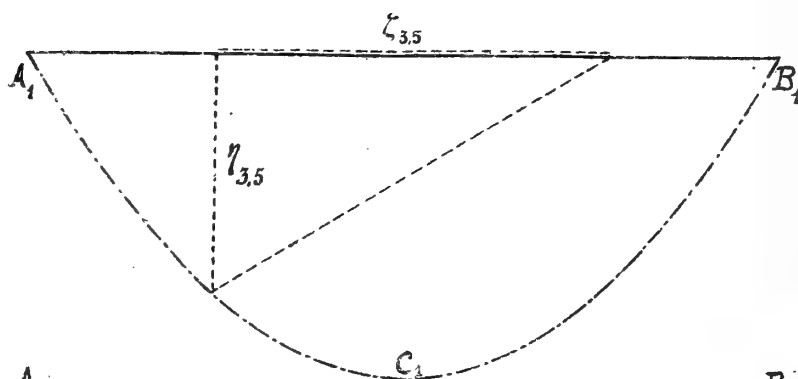
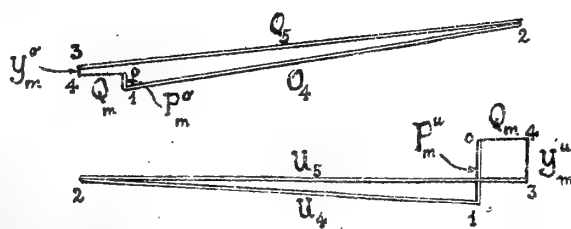



Fig. 1
Fig. 2
Fig. 3
Fig. 4
Fig. 5
Fig. 6
Fig. 7

RICERCHE SPERIMENTALI SULL' IPERTHYREOSIS E L' ATHYREOSIS E SU ALCUNE AZIONI DELL' ADRENALINA.

MEMORIA

DEL

Prof. PIETRO ALBERTONI

letta nella Sessione del 16 Gennaio 1916.

(CON 16 FIGURE).

1. Eccitabilità del vago nell' ipertiroidismo.

Le esperienze di Cyon hanno dimostrato che la tiroide, e con essa il suo prodotto speciale la iodotirina, esercita un' influenza regolatrice sull' eccitabilità dei nervi cardiaci vago e depressore, e precisamente nel senso di aumentare la loro eccitabilità. I risultati di Cyon vennero confermati da Boruttau, da Ocaña, da Besmertuy, da Kraus e Friedenthal, da Coronedi (1) ed i risultati negativi di alcuni autori non possono distruggere il valore di quelli positivi.

Lo stato di eccitabilità del vago nell' ipertiroidismo non venne, per quanto mi è noto, esaminato finora con speciali esperienze nel cane e nel coniglio. Nelle nostre esperienze il grado di eccitabilità venne misurato colla slitta di Kronecker animata da pila termoelettrica di 3 volts, o da 2 elementi Daniell, partendo dalla conoscenza sperimentale delle unità di detta slitta necessarie a produrre l' arresto del cuore, che è di 500 Unità per il coniglio e di 100 Unità per il cane.

Riproduco alcune grafiche dalle quali risulta che l' eccitabilità del vago è molto diminuita, o spenta, specialmente quando la somministrazione della tiroide viene prolungata a lungo e spinta ad alte dosi, quali sono necessarie a produrre veramente l' ipertiroidismo. In precedenti ricerche di altri autori sull' argomento dell' ipertiroidismo le dosi impiegate erano troppo basse, il che spiega certi risultati negativi.

L' esperienza I^{a} si riferisce ad un cane di circa un anno, sano, robusto, del peso di Kgr. 7,600 al quale si cominciò a somministrare la tiroide il 17 Novembre 1913, dopo un periodo di osservazione e tenendolo ad una dieta di carne cruda gr. 53,20, pane secco gr. 152, strutto gr. 30,4, divisa in due parti eguali somministrate alle 8 del mattino e alle 17. Si è continuata la somministrazione di tiroide fino al 16 Febbraio 1914, aumen-

(1) Coronedi Giusto, Stimoli fisici e veleni del vago studiati sopra animali privi di apparecchio tiroparatiroideo. Arch. Intern. de Pharmacodynamie Vol. 23° fas. 5 e 6, 1913.

tando la dose da 2 a 10 gr., poi a 20 a 30 ed a 40 gr. ed in fine finô a 90 e 100 gr. di tiroide bovina fresca. I cangiamenti di peso, di frequenza del polso e del respiro furono in breve i seguenti :

Data			Peso	Pulsazioni	Respiro	Tiroide	Osservazioni
30	Ottobre	1913	7,600	—	—	—	
3	Novembre	»	7,400	110	22	—	
17	»	»	7,850	—	—	0,10	
24	»	»	7,650	—	—	0,50	
28	»	»	7,550	120	—	2,00	
1	Dicembre	»	8,000	158	—	2,00	
5	»	»	7,750	180	77	10,00	
15	»	»	7,800	216	40	20,00	Respiro irregolare
31	»	»	7,700	196	27	30,00	
7	Gennaio	1914	7,400	190	47	30,00	
15	»	»	7,400	208	32	40,00	
31	»	»	6,550	140	34	40,00	
3	Febbraio	»	6,600	174	41	40,00	
15	»	»	6,300	192	25	100,00	

Il 16 Febbraio si fa l' eccitazione del vago, la temperatura rettale è 39,2.

La pressione è piuttosto bassa 126 millim., forse per diminuzione del tono vasomotorio; la frequenza del polso è di 35 in 10'', si mantiene inalterato per eccitazione con 100 e con 400 U., scende una volta a 22 in 10'' quando si eccita con 800 U.

L' iniezione di adrenalina non ha prodotto il caratteristico rallentamento iniziale del polso, per cui si conferma la perdita dell' eccitabilità del centro del vago e del depressore. La pressione sanguigna aumentava, però in grado minore dell' ordinario. Successivamente anche il taglio dell' altro vago non ha prodotto nessun aumento nè della pressione, nè della frequenza, ulteriore conferma della perdita del tono del vago.

16 Febbraio 1914. — Cane ipertiroidato, di Kg. 6,150. Manometro a Hg. nella carotide sinistra. Vago sinistro (V. S.) isolato e tagliato. Vago destro (V. D.) intatto. Eccitamento del vago con corrente faradica misurata in unità della slitta Kronecker. Ordinariamente l'arresto si ottiene con uno stimolo di 100 unità.

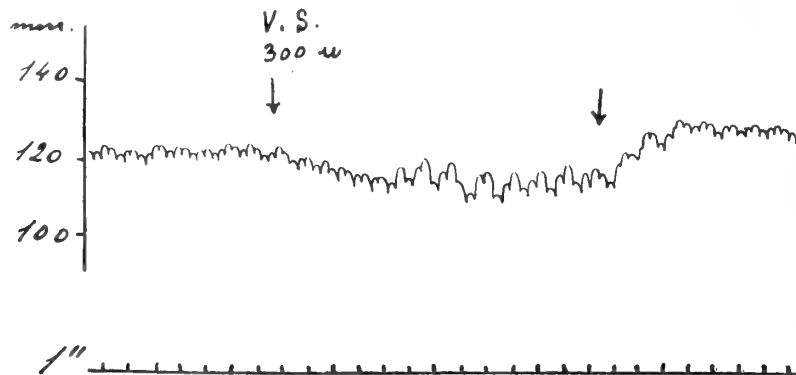



Fig. 1. Stimolo del vago sinistro (V. S.) da ↓ a ↓ con 300 unità.

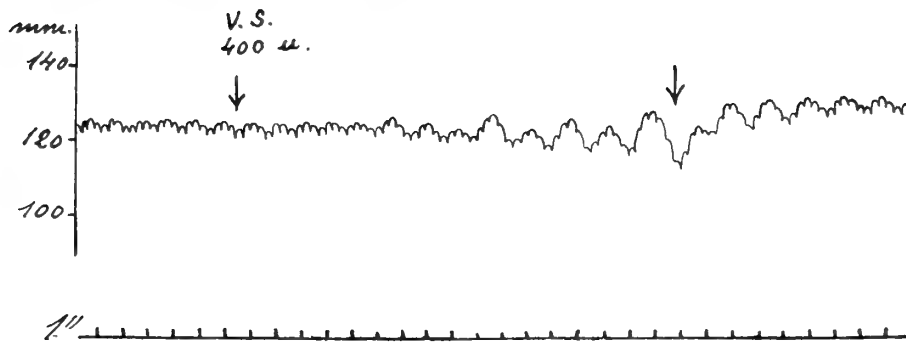



Fig. 2. Id. id. con 400 unità.

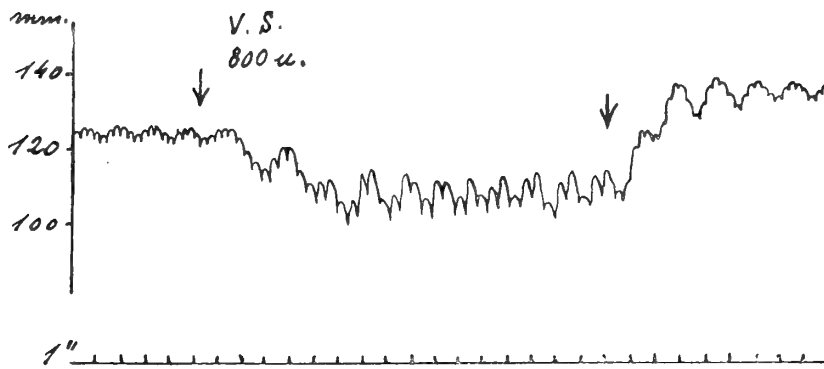



Fig. 3. Id. id. con 800 unità.

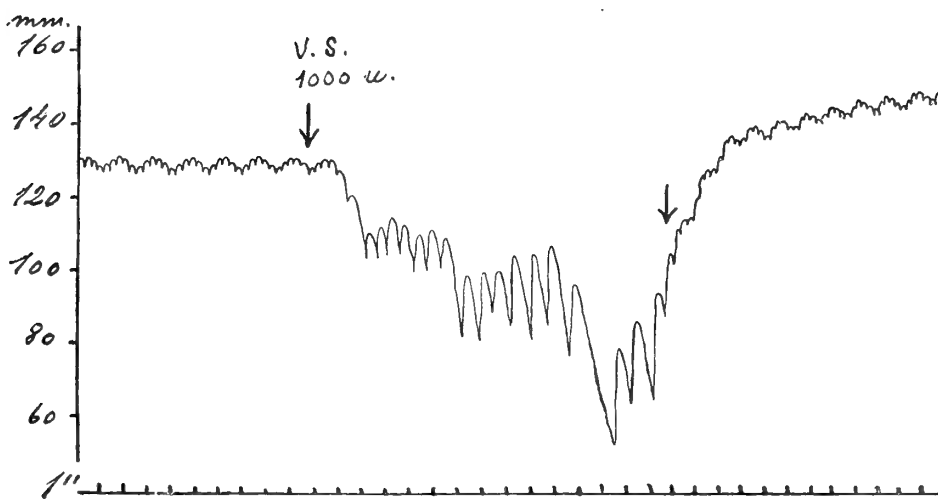



Fig. 4. Id. id. con 1000 unità.

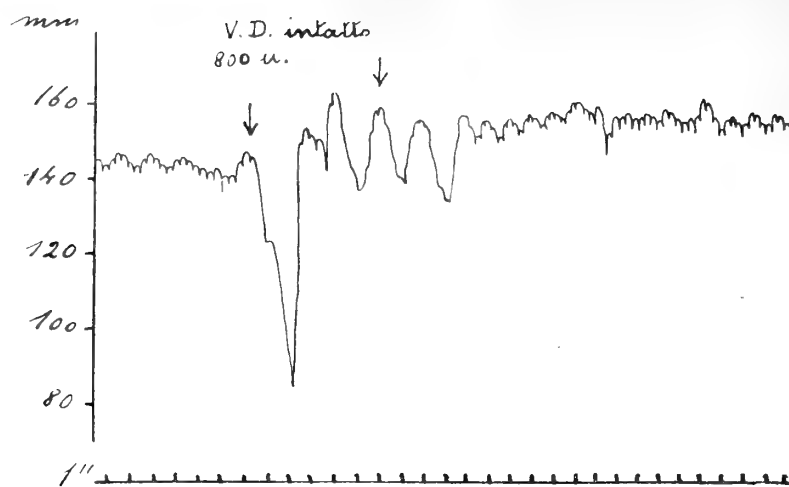



Fig. 5. Id. id. del vago *destro intatto* con 800 unità.

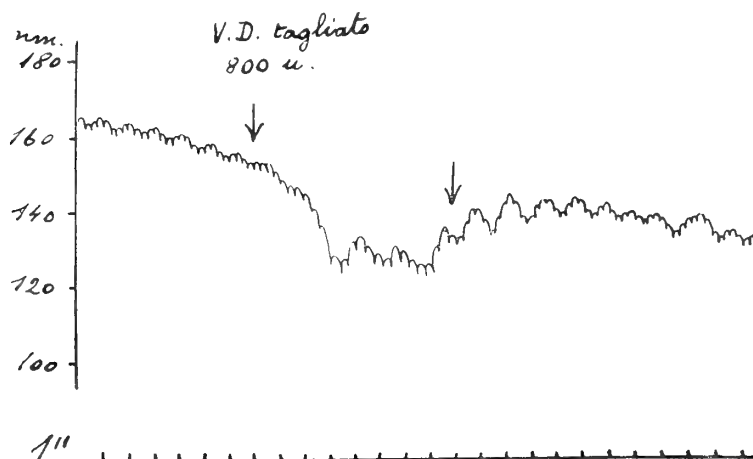



Fig. 6. Dopo avere tagliato anche il vago destro si stimola questo con 800 unità.

Il cane dell' esperienza II era una femmina di 9 mesi alla quale venne somministrata tiroide bovina fresca dall' Aprile 1914 al 2 Maggio, seguendo il decorso del peso, del polso, del respiro, della temperatura e il contegno dell' animale.

Data	Peso	Pulsazioni	Respirazioni	Temperatura vaginale	Tiroide somministrata
23 Febbraio 1914	7,300	—	30	—	—
1 Marzo »	6,700	132	29	—	—
10 » »	6,900	112	33	38,8	—
31 » »	6,400	110	30	38,6	—
7 Aprile »	6,500	101	38	38,7	10
15 » »	6,300	178	58	39,0	25
20 » »	6,300	188	44	—	50
25 » »	6,000	222	72	—	80
30 » »	5,600	220	138	40,2	100
1 Maggio »	5,500	232	83	—	105
2 » »	5,500	192	84	41,3	107

In questo cane la pressione non era bassa, con 100 U. si ebbe rallentamento del polso, più spiccato con 200 U. e completo arresto con 300 unità.

2 Maggio 1914. — Cagna ipertiroidata di Kg. 5,500. Manometro a Hg. nella carotide sinistra. Vago destro tagliato. Eccitamento del vago (V. D.) con corrente faradica misurata in unità della slitta di Kronecker. L'intensità ordinaria per l'arresto del cuore è di 100 unità.

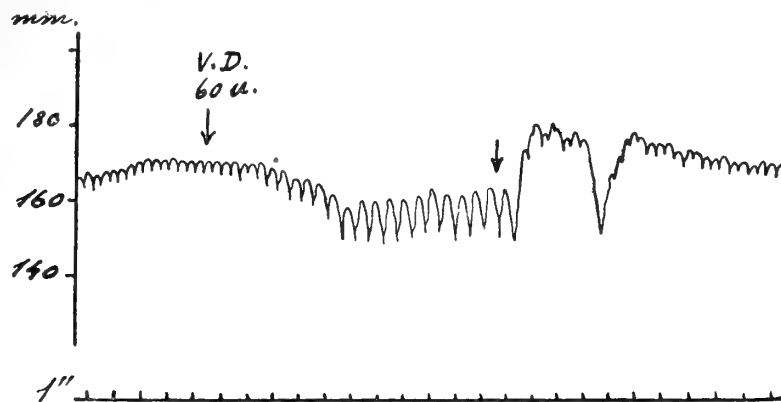



Fig. 1. Stimolo del vago destro (V. D.) da ↓ a ↓ con 60 unità.

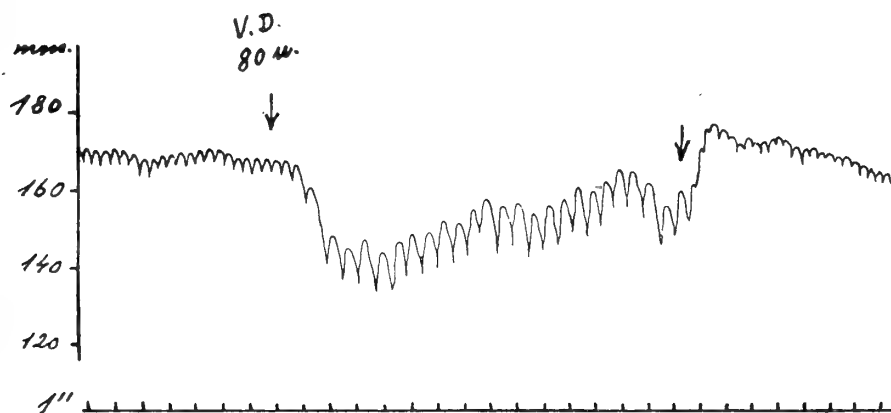



Fig. 2. Id. id. con 80 unità.

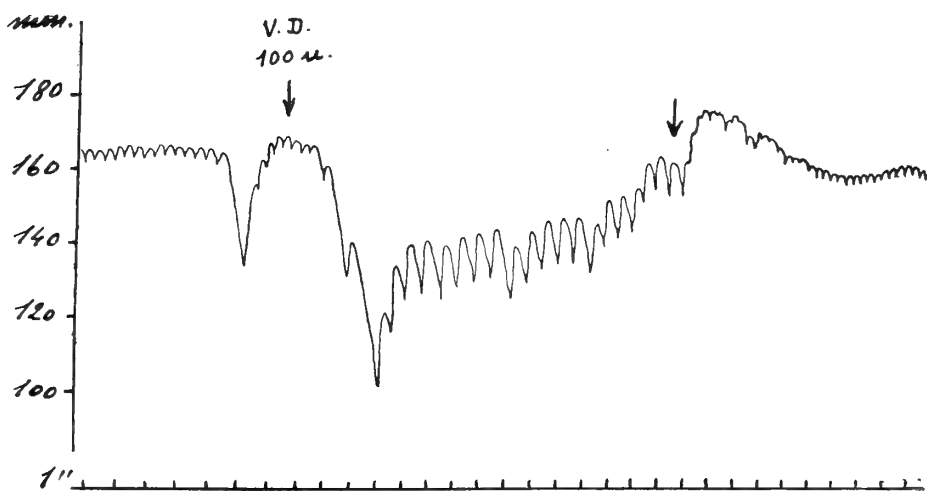



Fig. 3. Id. id. con 100 unità.

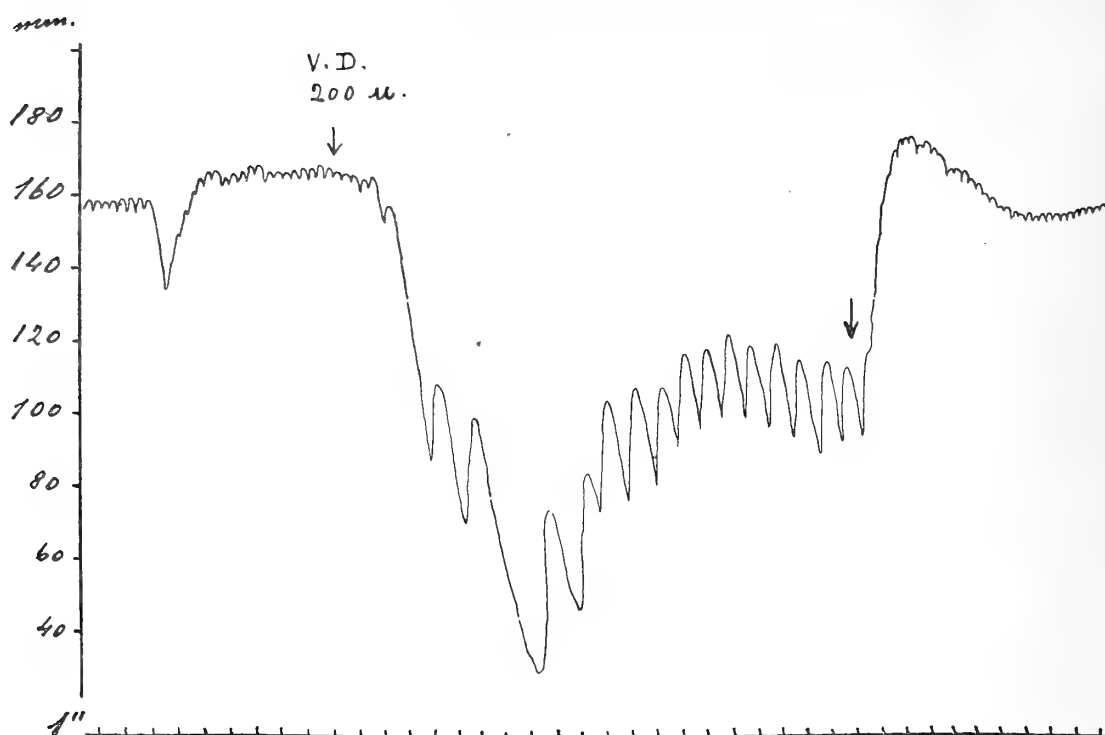



Fig. 4. Id. id. con 200 unità.

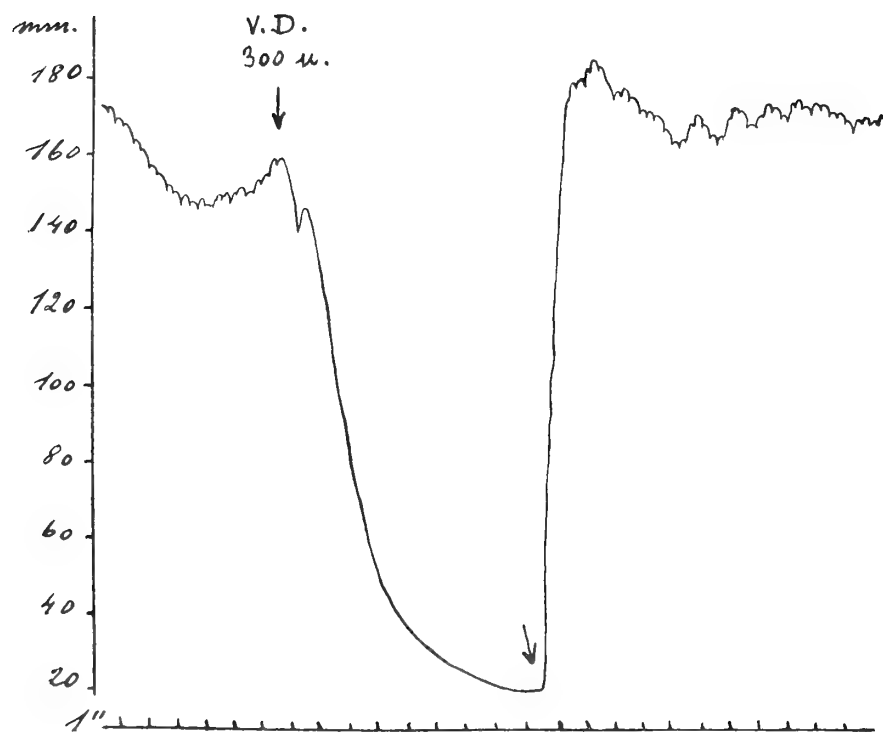



Fig. 5. Id. id. con 300 unità.

24 Luglio 1915. — Cane ipertiroidato di Kg. 6,900. Manometro a mercurio nella carotide destra (l'animale aveva da tempo legata la carotide sinistra) Vago sinistro isolato e tagliato. Stimolando questo con correnti faradiche di 500 unità della slitta di Kronecker si ha l'arresto completo del cuore. Si taglia anche il vago destro: la pressione si innalza molto e si mantiene sopra i 200 mm. di Hg.

Si stimolano comparativamente i due vaghi senza notare differenze di eccitabilità

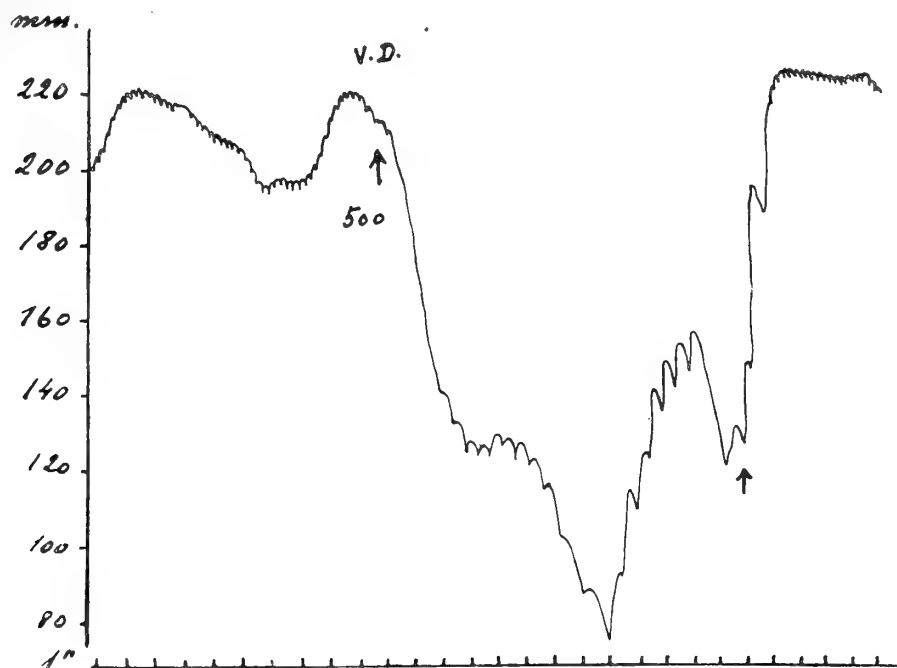



Fig. 1. Stimolo del vago destro con 500 unità.

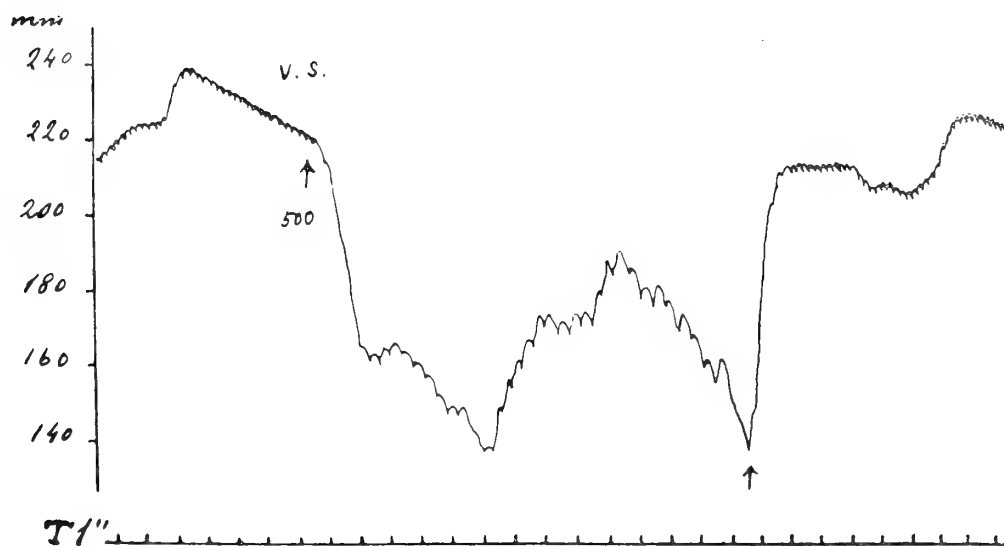



Fig. 2 Id. id del vago sinistro con 500 unità.

7 Giugno 1915. — Coniglio ipertiroidato. Peso iniziale gr. 2940. — Dopo 14 giorni di alimentazione tiroidea il peso del coniglio è disceso a gr. 1988 (tiroide somministrata da 5 a 10 gr. al giorno; in totale gr. 85 di tiroide fresca e gr. 5 di tiroide secca). Manometro a Hg nella carotide sinistra; slitta di Knonecker con pila termoelettrica di 3 volt.

Vago sinistro tagliato Eccitamento del moncone periferico con corrente faradica di 500 (Fig. 1.), 800 (Fig. 2), e 1000 unità (Fig. 3). Pressione media mm. 138. Nel coniglio normale lo stimolo di 500 unità suole dare costantemente l'arresto cardiaco.

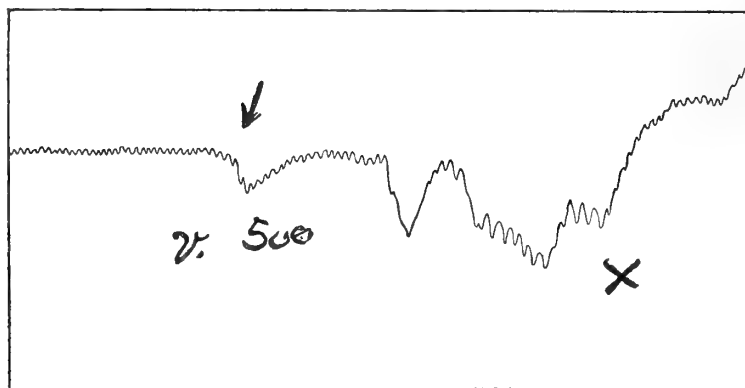



Fig. 1.

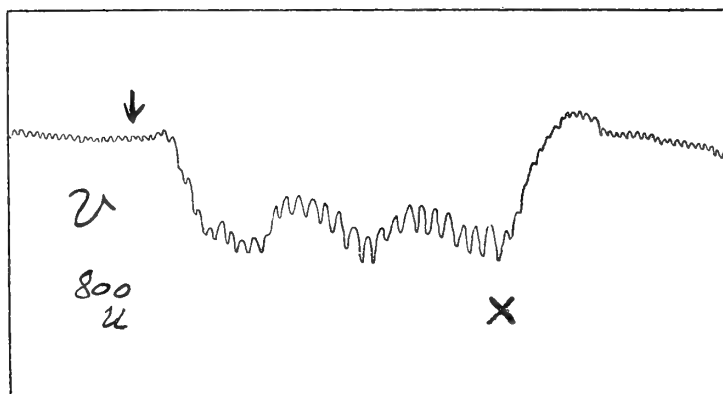



Fig. 2

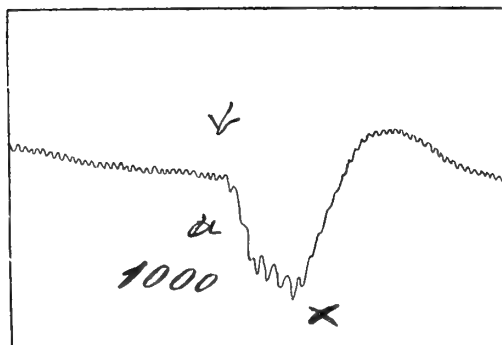



Fig. 3.

Nel coniglio ipertiroidato non ebbesi un arresto completo neppure con 1000 unità.

Le differenze individuali sono molto spiccate come si osserva anche per l' asportazione delle tiroide.

Le piccole dosi del secreto della tiroide e delle paratiroidi aumentano l' eccitabilità del vago cardiaco, le grosse dosi la diminuiscono. Una diminuzione si nota anche in seguito all' estirpazione della ghiandola.

2. Fenomeni e modificazioni chimiche nell' ipertiroidismo.

I nostri animali presentavano i caratteristici fenomeni dell' ipertiroidismo, cioè dimagramento, alta frequenza del polso, del respiro e aumento della temperatura. Notevole in questi animali la sete intensa e l' aumento della diuresi.

La *tachicardia* venne nel nostro Laboratorio osservata da Tivoli quale fenomeno costante nei cani, e la frequenza del polso raggiunse anche il doppio del normale, specialmente con le forti dosi di tiroide. La tachicardia va mano mano crescendo e facendosi costante continuando la somministrazione di tiroide. Invece nel coniglio, Sega non ha notato tachicardia : in quest' animale il tono del vago è debole. La differenza delle dosi impiegate e degli animali rendono ragione dei risultati contraddittori degli Autori su quest' argomento.

La tachicardia venne attribuita ad aumentato tono del simpatico, ma può attribuirsi a perdita del tono del vago come risulta dalle nostre esperienze.

La *frequenza* del respiro subisce un aumento talvolta lieve, ma talvolta si sono raggiunte dispnee intensissime, simili a quelle che si vedono anche dopo l' estirpazione della tiroide. Anche il ritmo si altera e si fa irregolare.

L' *ipertermia* in vario grado si osserva per le grosse dosi di tiroide e per la prolungata somministrazione ; si è avuto un aumento di 1 a 2 gradi sulla temperatura normale. La dispersione del calore è molto aumentata.

Come Krause e Crawer, Zarubin ed altri abbiamo veduto una *poliuria* anche di grado intensissimo, accompagnata da sete intensa ; un cane bevve anche più di 1500 cc. d' acqua nelle 24 ore, mentre nel periodo normale beveva come i cani della sua mole circa 200 cc. al giorno come massimo.

La quantità di orina si mostrò notevole, in media 700-800 cc., e fino 1200 cc., di basso peso specifico (in media 1008-1010), di reazione alcalina, probabilmente per presenza di ammoniaca.

La *glicosuria* è un fenomeno frequente. L' *eliminazione azotata* si trovò pure notevolmente aumentata ; in un cane con una introduzione giornaliera di azoto corrispondente a gr. 8,38 si ebbe colle urine una eliminazione di gr. 8,93 dapprima ; poi di 11,01, di 9,05 fino a 13,31.

I fenomeni di *tremore* ed *agitazione* che Zarubin vide in due dei suoi malati, che furono riscontrati da Carlson e Rooks, vennero pure osservati da Tivoli e da

Sega nei cani e nei conigli, ai quali si somministrava solo tiroide fresca, e non possono quindi essere considerati come afferma Cunningham quali fenomeni tossici dovuti a prodotti di decomposizione.

Le modificazioni trofiche chimiche in questi cani ipertiroidizzati vennero studiate con molta precisione nel mio Laboratorio dai Dott. Tivoli e Sega.

La *percentuale di acqua nel sangue* presenta di solito un *forte aumento* e così quella del fegato e del rene, sebbene in grado minore. Nel *tessuto muscolare* invece prevale una *diminuzione della percentuale di acqua*. Il cervello presenta anche in questo caso una notevole costanza nel contenuto di acqua rispetto agli animali di controllo.

Lo stato di *idroemia* nell' ipertiroidismo deve dipendere dalla enorme quantità di acqua ingerita dagli animali, acqua che nonostante la poliuria è anche trattenuta dall' organismo; dal consumo di grasso del corpo ed in parte anche da sottrazione d' acqua al tessuto muscolare. Quando lo stato di ipertiroidismo va gradatamente progredendo fino a dare la morte dell' animale, si osserva che l' idroemia va progressivamente scemando e così pure la disidratazione del tessuto muscolare.

Nel *fegato* si osserva un *aumento* costante della *percentuale azotata* del residuo secco, (2,31 $^0/_0$); siccome contemporaneamente diminuisce e quasi scompare il glicogeno, questo vale a spiegare l' aumento relativo della percentuale azotata. L' aumento si verifica anche in grado minore nel tessuto muscolare e nel rene; si ha poi lievissima diminuzione nel sangue, nessuna modificazione nel cervello.

Esiste una diminuzione quasi costante dell' *estratto etereo nel tessuto muscolare*, che va da 2,76 $^0/_0$ fino al 4,38 $^0/_0$, in grado minore nel tessuto renale 1,80 $^0/_0$ al 3,10 $^0/_0$. Aumentato invece appare l' estratto etereo, nel sangue e nel cervello.

Mentre il *glicogeno*, diminuisce o scompare nel fegato; subisce poche modificazioni nei muscoli.

3. Sostanze ipotensive nel sangue di animali stiroidati.

Nei cani ipertiroidati la pressione sanguigna venne trovata talvolta bassa, al dì sotto del normale. Si poteva quindi pensare che in seguito all' estirpaziona delle tiroidi si accumulassero nel sangue delle sostanze ipertensive. Allo scopo di chiarire questa quistione ho iniettato a cani normali alcuni cc. di sangue defibrinato proveniente da un cane che presentava i noti fenomeni dell' atiroidismo. In seguito a detta iniezione ebbesi invece un abbassamento di pressione, come si può vedere nelle seguente esperienza che riferisco per intero.

Cagnetto sano di Kgr. 4,300: il 26 Marzo 1913 si estirpa la tiroide, il 5 Aprile presenta rigidità, tremori, congiuntivite, trisma, grande diminuzione di peso fino a Kgr. 3,500. Si è sacrificato cavando il sangue dalla carotide e defibrinandolo.

Venticinque cc. di questo sangue defibrinato vennero lentamente iniettati nella

giugulare di un cane robusto, sano di Kgr. 9,500 nel quale prima si era preso un tracciato normale col chimografo.

Pressione normale massima 160-170, minima 140, frequenza del polso normale 40 battiti su 30 mm. del tracciato.

Dopo l'iniezione del sangue quasi immediatamente si produce abbassamento rapido ad un minimo di 94 millim. pressione, le oscillazioni sistoliche sono molto piccole, le oscillazioni respiratorie molte ampie; dopo un rialzo della pressione a 130 si ha un tracciato regolare, pressione massima 138 minima 130, frequenza in 30 millim. 39 pulsazioni. Solo dopo parecchi minuti la pressione ha raggiunto un massimo di 150-155, frequenza 25 pulsazioni in 30 millim.

Il tracciato è simile a quello ottenuto da Schäfer (1) per l'iniezione nelle vene di estratto di tiroide.

Negli animali privati di tiroide non si aumentano adunque, e non prevalgono, le sostanze ipertensive, ma invece si ha un effetto opposto che può anche dipendere da accumulo di sostanze tossiche, finora indeterminate. Questi risultati vengono a confermare le osservazioni di Eppinger, Falta e Rudinger i quali hanno veduto che dopo l'estirpazione della tiroide manca quasi del tutto non soltanto l'azione glicosurica dell'adrenalina, ma anche quella ipertensiva.

4. Influenza della specie e dell'età nella tiroidectomia.

Io ho negli anni decorsi e fino dal 1911 fatte esperienze nella capra, nella pecora e in agnelli sugli effetti della tiroidectomia in detti animali, avendo osservato l'esistenza di varie contraddizioni negli autori.

La pubblicazione di Sutherland Simpson (2) sull'argomento ha veramente portato molta luce; e le mie esperienze servono ad ulteriore illustrazione dell'argomento. Simpson riferisce che l'estirpazione della tiroide e delle paratiroidi interne non produce disturbi nel montone adulto, o nell'agnello che abbia passato i sei mesi, mentre la stessa operazione praticata su agnelli di due mesi produce un cretinismo tipico.

La tiroparatiredoctemia totale non ha prodotto nell'adulto nessun sintomo per la durata delle osservazioni (tre o quattro mesi); ma negli agnelli di cinque o sei settimane, questa stessa operazione ha rapidamente provocato un tetano acuto e fatale.

In agnelli colpiti da cretinismo in seguito all'estirpazione delle tiroidi e delle paratiroidi interne dell'età di 2 mesi Simpson ha tentato, quando ebbero un anno di età, l'estirpazione delle paratiroidi esterne. Quest'operazione non produsse che leggieri disturbi.

Io ho praticata più volte l'estirpazione delle tiroidi e paratiroidi nelle capre e nelle pecore tenendole in vita per mesi senza osservare disturbi e neppure dimagramento. In una

(1) Edward A. Schäfer, The Endocrine organs pag. 35. London 1916.
(2) Sutherland Sympson, Quarterly Jour. of experiment. Physiol. Vol. VI. N. 119. 1913.

capra operata nel Febbraio e uccisa nel Luglio 1911 non si è trovato traccia di tiroidi all' origine dell' aorta od in altre località. La pituitaria era molto grossa.

Una pecora nera del peso di Kgr. 37,500 venne operata di paratirodectomia il 25 Luglio 1911 ed ha poi sempre mangiato con voracità senza presentare disturbi, il 31 Ottobre ha partorito un *agnello* bianco, robusto, svelto che mangia bene e pesa gr. 3100. Il 15 Dicembre sta bene, mangia erba e pesa Kgr. 8,600, globuli rossi 7,200,000. Si esportano tiroidi e paratiroidi da ambedue i lati.

19 Dicembre. L' agnello mangia e sembra in buono stato, ma oggi dopo una corsa è stato preso da grave dispnea, ed era diventato cianotico.

25 Dicembre. Oggi ha avuto un vero accesso di tetania, era caduto in preda a tremori, con arti rigidi in tetano e grande dispnea: l' accesso ha durato due ore.

12 Giugno 1912. Continua una grande frequenza e difficoltà di respiro, l' animale mangia poco, è abbattuto, pesa Kgr. 6, il sangue è nero, asfittico nella carotide.

In un' altra pecora bianca compagna della precedente del peso di Kgr. 36 si é praticata il 26 Luglio 1911 la paratiroidectomia senza notare mai disturbi durante sei mesi di osservazione, il peso corporeo era cresciuto a Kgr. 42,600. Lo stesso si deve ripetere per una grande *capra nera* di Kgr. 56,500 che crebbe in sei mesi a Kgr. 69.

In un agnello bianco, maschio di Kgr. 9,300 e di giorni 22 si estirpano il 29 Maggio 1912 le tiroide e paratiroidi. Il 21 Giugno pesa Kgr. 11,000 sembra un po' depresso, l' incesso è incerto, mangia con voracità.

Il 10 Ottobre 1912 si nota una certa depressione fisica e psichica, incesso incerto, l' animale non cresce e non ha vivacità rispetto all' altro sano, mangia. Ha alterata la voce quando bela. Il 13 Ottobre ebbe un accesso di tetania con respirazione frequente, pesa Kgr. 15,500. In seguito si osserva intelligenza molto diminuita, respirazione difficile, ventre gonfio.

Lo stesso giorno 29 Maggio 1912 un altro agnello bianco di Kg. 9,800 e di giorni 22 d' età, simile al precedente venne sottoposto alla tiredectomia. Il 21 Giugno pesa Kgr. 11,900; sembra fiacco. Il 16 Ottobre 1912 è cresciuto ancora in peso, mangia, ma ha intelligenza poco sveglia.

Il 18 Dicembre pesa Kgr. 17,300 è poco svelto e poco intelligente, incantato, imbecillito, con collo grosso; non sembra debole.

Dobbiamo concludere che nella capra e nella pecora adulta non si presentano fenomeni morbosi per l' estirpazione delle tiroidi e delle paratiroidi, continua l' accrescimento in peso e la produzione del latte. Il prof. Ruffini ha trovato all' esame istologico normali il fegato, i reni, il midollo spinale, l' ipofisi e le capsule surrenali.

Invece negli agnelli giovani si hanno fenomeni di tetania, dispnea, o fenomeni di cretinismo, talvolta tardivi: può continuare l' accrescimento in peso e gli animali sopravvivono a lungo, a differenza di quanto si osserva nei carnivori. L' importanza funzionale di queste ghiandole appare adunque minore in detti erbivori anche in rapporto al mantenimento della vita.

5. Emorragie cerebrali da adrenalina.

Emorragie cerebrali in seguito ad iniezioni di adrenalina vennero descritte da Erb junior (1) e da altri autori. Sembra che l' adrenalina abbia poca azione sui vasi del cervello vi dovrebbe quindi avvenire che sotto l' azione della medesima la massa sanguigna si spostasse verso le carotidi. È certo che le ripetute iniezioni di adrenalina possono dare emorragie cerebrali, il fatto non è naturalmente costante e questo fa ritenere che possa stare in rapporto colla resistenza e collo stato dei vasi. Io riferisco un tipico esempio.

Il 10 Maggio 1911 in una cagnetta sana di 5 Kgr. si è applicato il chimografo ed ottenuto un tracciato normale si iniettava per la giugolare 1 cc. di soluzione del cloridrato di adrenalina Clin $1/_{1000}$ e si aveva uno straordinario aumento di pressione di 100 e più millim. Hg, e aumento di frequenza del polso. Dissipatisi in alcuni minuti gli effetti di quest' iniezione, si ripeteva con un altro cc. e si aveva lo stesso innalzamento di pressione ed aumento della frequenza del polso, che poi scomparivano.

Slegato il cane e messo a terra si vide che non si reggeva sulle gambe, tentava di camminare ma cadeva specialmente a destra e sbatteva continuamente il capo sul suolo senza risentirsi e come incosciente. Questi fenomeni continuarono per alcuni giorni, poi si mitigarono, ma rimase la tendenza a cadere sul lato destro.

Ma verso la metà di Giugno il cane presentava una paraplegia quasi completa, solo di quando in quando e incompletamente riusciva a reggersi cogli arti posteriori.

Abbiamo quindi sacrificato il cane. Il cuore e i vasi sembrano sani, così il cervello e il midollo all' ispezione, ma sezionato il cervello, abbiamo trovato a sinistra nella regione optostriata una cavità della grandezza di una nocciuola evidente residuo di focolaio apoplettico, come risulta anche dalla fotografia presa.

CONCLUSIONE

L' eccitabilità del vago cardiaco nell' ipertiroidismo è molto diminuita, o spenta, specialmente quando la somministrazione della tiroide venne prolungata a lungo e spinta ad alte dosi, quali sono necessarie a produrre veramente l' ipertiroidismo. Mentre nel coniglio normale lo stimolo di 500 unità, slitta di Kronecker con pila termoelettrica di 3 volts, suole dare costantemente l' arresto cardiaco, questo non si produce nel coniglio ipertiroidato con 800 unità, ed anche con 1000 riesce dubbio. Nel cane l' arresto si ottiene ordinariamente con uno stimolo di 100 unità, e nel cane ipertiroidato può mancare con 800 unità.

---

(1) Erb W., jun, Ueber Gehirnblutungen bei Kaninchen nach Adrenalinjektionen. Ziegler's Beitr., Festschrift für J. Arnold, ps. 500, 1905.

Vi sono differenze individuali spiccate come si osservano spesso anche rispetto agli effetti dell' estirpazione della tiroide.

Si può concludere che i prodotti secreti dalla tiroide e paratiroide esercitano una notevole influenza sull' eccitabilità del vago cardiaco; le piccole dosi l' accrescono e le grandi dosi la scemano o l' aboliscono.

Sono fenomeni caratteristici dell' ipertiroidismo la tachicardia, il dimagramento, la frequenza del respiro, l' aumento della temperatura, la poliuria, la sete intensa, l' agitazione, i tremori, la glicosuria, l' iperazoturia. Questi sono gli stessi fenomeni che si osservano nella malattia di Basedow, per cui viene appoggiato il concetto che detta malattia dipenda da esagerata funzione della tiroide.

I tessuti presentano in questi cani ipertiroidati modificazioni trofiche chimiche. Quasi costante è un forte aumento della percentuale di acqua nel sangue, nel fegato e nel rene a cui fa riscontro una diminuzione nel tessuto muscolare. Nel fegato si osserva un aumento costante nella percentuale azotata del residuo secco, mentre diminuisce e quasi scompare il glicogene. Il cervello anche in questo caso conserva la costanza della propria composizione sia in riguardo all' acqua, che alla percentuale azotata.

Dopo l' estirpazione delle tiroidi si accumulano nel sangue delle sostanze ad azione ipotensiva.

Nella capra e nella pecora adulta non si presentano fenomeni morbosi per l' estirpazione dell' apparecchio tiroparatiroideo, continua l' accrescimento in peso e la produzione del latte; non si trovano modificazioni degli organi all' esame istologico. Invece negli agnelli giovani si hanno fenomeni di tetania, dispnea, o fenomeni di cretinismo, talvolta tardivi; può continuare l' accrescimento in peso e gli animali vivono a lungo, a differenza di quanto si osserva nei carnivori. L' importanza funzionale di queste ghiandole appare adunque minore in detti erbivori anche in rapporto al mantenimento della vita.

Sembra che l' adrenalina eserciti poca azione sui vasi del cervello per cui può aumentare la pressione nei medesimi e determinare emorragie. Certo per ripetute iniezioni intravenose di adrenalina si può avere una vera apoplessia cerebrale, un' emorragia nella regione optostriata.

SULLA COMPOSIZIONE E SOLUBILITÀ
DEL CARBONATO ACIDO DI CALCIO

NOTA

DEL

PROF. ALFREDO CAVAZZI

letta nella Sessione del 9 Aprile 1916.

Composizione del carbonato acido di calcio

Nel titolo della presente pubblicazione ho usato l'espressione generica e indeterminata di *carbonato acido di calcio* per indicare il sale che si forma quando il carbonato neutro si discioglie in acqua più o meno ricca di acido carbonico, e che la grande maggioranza dei chimici suole specificare col nome di *bicarbonato,* assegnandogli la formola $Ca(HCO_3)_2$.

Che tale sia la composizione del carbonato acido di calcio è cosa assai probabile, ma non confortata e dimostrata, che io almeno sappia, da prove sperimentali più valide e convincenti dei semplici fatti di analogia con altri carbonati e in particolare coi carbonati alcalini.

I dubbi che rimangono intorno alla composizione del carbonato acido sono dichiarati nelle memorie originali di parecchi autori, nei Dizionari e nei Trattati di chimica, non escluso quello di Chimica Minerale del Moissan pubblicato nel 1904. A pagina 581 del volume 3° di quest'opera si legge « Le soluzioni di carbonato di calcio nell'acqua carica di acido carbonico contengono *verosimilmente del bicarbonato* in istato di dissociazione. La formola *presunta* di questo corpo è $Ca(HCO_3)_2$ ».

Il Bineau nella sua pregevolissima memoria « *Remarques sur les dissolutions de quelques carbonates et notamment du carbonate de chaux* » comparsa negli *Annales de Chi. et Phy.* del 1857, non nega, per considerazione di analogie chimiche, che il nuovo sale che si forma, agitando il carbonato neutro con acqua più o meno ricca di acido carbonico, sia il bicarbonato, ma soggiunge subito dopo « *tuttavia non bisogna perdere di vista che la proporzione di carbonato di calce che ammette l'acqua fortemente o mediocremente carica di acido carbonico non può bastare alla composizione di un bisale* ». Della stessa opinione, secondo il Bineau, era pure il Lassaigne.

Se io non ho mal interpretato il loro pensiero, i due valentissimi chimici non considerarono che agitando, non abbastanza lungamente, della polvere di carbonato neutro con acqua più o meno ricca di acido carbonico, oppure facendo passare una corrente di CO_2 nell'acqua di calce diluita, la soluzione prodotta in un caso e nell'altro contiene ad un tempo carbonato acido di calcio e acido carbonico libero.

Partendo da questo semplice concetto venni nella persuasione che sarebbe stato possibile e facile il dimostrare sperimentalmente e in modo convincente la vera composizione del carbonato acido di calcio, cominciando coll'eliminare dalla soluzione tutto l'acido carbonico libero con aggiunta di acqua di calce, e determinare poscia nella soluzione filtrata, in cui rimane il solo sale acido, il rapporto in peso fra la calce e l'anidride carbonica. A questo fine ho immaginato e applicato i due primi metodi seguenti, colla piena speranza di non fare inutili tentativi, perchè, prima di arrivare a produrre un lieve intorbidamento stabile di $CaCO_3$ in una soluzione limpida non troppo concentrata di carbonato acido e ricca di acido carbonico libero, bisogna aggiungere ad essa, come dirò appresso, un volume forte di acqua di calce, laddove lo stesso effetto, in virtù della lieve solubilità del carbonato neutro, si avrebbe con piccola aggiunta di acqua di calce, allorchè questa base reagisse prima sul carbonato acido, anzichè coll'acido carbonico libero per generare nuovo sale acido.

Primo metodo — Introdussi in bottiglia di vetro, munito di tappo smerigliato e della capacità di 3 litri circa, 600 cmc. di acqua di calce pura, preparata di recente e satura a temperatura ordinaria, poi 600 cmc. di acqua distillata, e nella soluzione così allungata feci passare una corrente molto rapida di CO_2, derivata da una bombola contenente il gas a forte pressione. Dopo un minuto, poco più o poco meno, la soluzione, che nel primo momento intorbida, ritorna limpida. Allora mediante un soffietto ho scacciato l'atmosfera di CO_2 rimasta nella bottiglia senza però far gorgogliare l'aria nella soluzione, ed a questa ho aggiunto altri 600 cmc. di acqua distillata, all'intento di non produrre una soluzione troppo ricca di carbonato acido e particolarmente soprassatura, la quale, come dirò più innanzi, molto facilmente e rapidamente si decompone con separazione di $CaCO_3$.

Così preparata la soluzione, ho versato entro la bottiglia stessa acqua di calce satura limpidissima a 50 cmc. circa per volta, operando e agitando ogni volta la bottiglia sollecitamente, sino a che apparve un intorbidamento lieve, ma ben manifesto e permanente. Per produrre questo effetto nella predetta soluzione ho dovuto introdurre nella bottiglia 560 cmc. di acqua di calce. Il qual fatto dimostra appunto che l'idrato di calcio disciolto da prima si combina coll'acido carbonico libero, generando sale acido che si scioglie, poscia agisce sul sale stesso facendo deporre del carbonato neutro, per cui l'intorbidamento aumenta.

Tosto che apparve il lieve, ma ben visibile intorbidamento, di cui ho fatto parola, aggiunsi alla soluzione altri 200 cmc. di acqua di calce per essere ben certo di avere non solo saturato ed eliminato tutto quanto l'acido carbonico libero, ma anche decomposta una certa parte del sale acido. Dopo di che versai subito tutto il liquido torbido (cmc. 2560) entro due grandi filtri e raccolsi della soluzione filtrata poco più di 1500 cmc.

In causa della facilità con cui il carbonato acido, in assenza di acido carbonico libero, si decompone con separazione di $CaCO_3$, è necessario che la filtrazione avvenga

in breve tempo e di operare a temperatura non superiore a 15°, quantunque un lievissimo intorbidamento della soluzione filtrata, purchè omogeneo, non abbia inconveniente sulle operazioni successive.

Dell' unica soluzione di carbonato acido, privata dell'acido carbonico libero e filtrata, ne misurai 500 cmc. in matraccino tarato, e la feci svaporare a bagno-maria entro capsula di platino. Così il sale perde l'anidride carbonica, che suolsi chiamare semicombinata, e resta carbonato neutro. Io potei giovarmi di una di quelle capsule abbastanza grandi (diam. cm. 8) sottili e di peso poco superiore a gr. 34, usate nell' analisi elettrolitica del solfato di rame commerciale. Siccome per svaporare 500 cmc. della predetta soluzione occorrono all' incirca 8 ore, e in questo lungo periodo di tempo il carbonato acido, soprattutto in presenza dell' aria, lascia deporre a temperatura ordinaria del carbonato neutro, che aderisce non leggermente al vetro, così, appena misurati i 500 cmc. nel matraccino tarato, versai la soluzione entro grande bicchiere da precipitato, altrimenti, non potendo far uso di acidi, sarebbe stato molto imbarazzante lo staccare il $CaCO_3$ che aderisce al fondo e alle pareti laterali di un matraccio.

Quasi simultaneamente, della medesima soluzione di carbonato acido ne introdussi 1000 cmc. entro matraccio conico della capacità di 1500 cmc. con 15 cmc. di acido solforico allungato (5 cmc. di H_2SO_4 e 10 di H_2O) e alcuni pezzetti di pietra pomice, e determinai l' acido carbonico totale (combinato e semicombinato) valendomi dell' apparecchio e del metodo stesso che descrissi a proposito della determinazione dell' anidride carbonica totale nelle acque naturali comuni (1). Nel matraccino conico, che nella pubblicazione dell'anno scorso chiamai collettore, introdussi 50 cmc. di soluzione ammoniacale contenente cmc. 25 di H_2O, 25 di soluzione concentrata di ammoniaca e gr. 3 di $CaCl_2$, soluzione debitamente preparata, come dissi nella pubblicazione medesima, e regolando il riscaldamento del grande matraccio (generatore) in guisa che nella soluzione ammoniacale del collettore non passassero più di 30 bolle di gas al minuto.

Non occorre far rilevare quali fra le operazioni sopradescritte possono e devono essere eseguite colla maggior possibile speditezza, sia per non lasciar deporre innanzi tempo del carbonato neutro, sia per evitare dispersioni di anidride carbonica.

Nell' ultima di queste ricerche, eseguita nelle condizioni di maggiore accuratezza, dai 500 cmc. della soluzione di carbonato acido, svaporata nella capsula di platino, ricavai, dopo essiccamento del residuo in stufa a 100°, gr. 0,441 di $CaCO_3$ e quindi da 1000 cmc. gr. 0,882: e dai 1000 cmc. della stessa soluzione, dalla quale separai la totalità dell' anidride carbonica mediante l' acido solforico, ottenni gr. 1,772 di $CaCO_3$, ossia il *doppio:* risultato a cui sono sempre giunto applicando questo metodo nel saggio di tutte le soluzioni di carbonato acido prive di acido carbonico libero a diversi gradi di concentrazione.

---

(1) *Determinazione dell'anidride carbonica nelle acque naturali comuni.* Memoria della R. Accademia delle Scienze di Bologna. Serie VII. Tomo II, 1914-15.

Secondo metodo — Questo secondo metodo, con cui veramente iniziai le mie ricerche sulla composizione del carbonato acido, è pur esso semplice e razionale.

Preparai non meno di 2500 cmc. di soluzione piuttosto concentrata di carbonato acido facendo passare rapidamente una corrente di CO_2 in 1400 cmc. di soluzione formata da 700 cmc. di acqua di calce satura a temperatura ordinaria e da altrettanto di acqua distillata: scacciai colla soffieria l'atmosfera di CO_2 sovrastante alla soluzione limpida del sale acido, poi aggiunsi altri 600 cmc. di acqua per arrivare al volume di 2000 cmc. Nella soluzione così preparata versai in più riprese acqua di calce sino ad avere un primo intorbidamento lieve e stabile, poi ne aggiunsi subito altri 200 cmc. per essere ben certo, come dissi nel metodo 1°, di avere introdotto più calce di quella che sarebbe bastata a neutralizzare completamente l'acido carbonico libero.

Per produrre il primo e lieve intorbidamento possono bastare 500 cmc. di acqua di calce quando si arresta la forte corrente di CO_2 appena la soluzione é ritornata limpida, ma ne occorrono anche più di 800 se la corrente viene mantenuta più lungamente senza bisogno e senza vantaggio.

Dopo aver aggiunto gli ultimi 200 cmc. di acqua di calce passai senza indugio tutto il liquido molto torbido su due grandi filtri, e della soluzione filtrata ne introdussi 1000 cmc. per ciascuno di due matracci conici che per brevità di discorso distinguerò colle lettere *A* e *B*. Fui costretto ad usare recipienti della capacità di 1500 cmc. perchè i cataloghi non offrono matracci conici di grandezza intermedia fra 1000 e 1500 cmc.

La soluzione del recipiente *A* fu senz'altro portata e mantenuta per 1 ora ad ebollizione, dopo la quale aggiunsi acqua bollente per renderla press'a poco al volume primitivo.

Alla soluzione invece del matraccio *B* aggiunsi subito 100 cmc. di soluzione ammoniacale formata con 50 cmc. di acqua, 50 di ammoniaca concentrata e gr. 3 di $CaCl_2$ e debitamente preparata: chiusi il recipiente, non ermeticamente, con tappo di gomma e lo tenni immerso per 45 minuti nell'acqua bollente di un bagno-maria.

Ugual volume di soluzione ammoniacale di $CaCl_2$ aggiunsi pure al recipiente *A*, ben s'intende, dopo averne fatto bollire la soluzione per un'ora, e quest'aggiunta è necessaria per due ragioni: la principale è che la presenza di una quantità forte di ammoniaca, com'è noto, diminuisce notevolmente la solubilità del carbonato di calcio; la seconda era consigliata dal considerare che durante la successiva filtrazione le condizioni fossero preparate in guisa da avere le stesse cause di piccoli errori inevitabili nella raccolta e nel lavamento dei due distinti precipitati di $CaCO_3$ che si formano nei recipienti *A* e *B*. Fatta l'aggiunta della soluzione ammoniacale, tenni parimente il recipiente *A* immerso per 45 minuti nell'acqua bollente del bagno-maria.

Poscia chiusi ermeticamente i due recipienti e li lasciai in riposo finchè il liquido sovrastante al deposito di $CaCO_3$ divenne perfettamente chiaro. Allora tolsi con un sifone dai due matracci la massima parte del liquido limpido e praticai la filtrazione

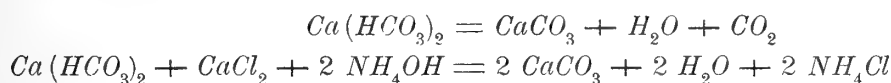
simultaneamente raccogliendo separatamente i precipitati in due piccoli filtri (diam°. 9 cm.) seccati a 100° ed esattamente pesati. Su ciascun filtro feci da prima 4 lavacri con acqua distillata a temperatura ordinaria, poi altri 16 a freddo con acqua contenente il 10 % in volume di ammoniaca concentrata: seccai i due filtri in stufa e pesai di nuovo.

Dalla soluzione del recipiente *A*, da cui fu scacciata per semplice ebollizione l'anidride carbonica semicombinata, ottenni gr. 0,8684 di $CaCO_3$, e da quella del matraccio *B*, in cui fu precipitata nella stessa forma la totalità dell'anidride carbonica (cioè combinata e semicombinata) ricavai gr. 1,729 di $CaCO_3$ ossia il *doppio*, $\frac{1,729}{2} = 0,8645$ come col metodo precedente. Parecchie prove fatte su soluzioni similmente preparate e di diversa concentrazione condussero sempre allo stesso risultato.

Or bene, l'unica conclusione, a cui portano con certezza i risultati conseguiti coi due metodi d'analisi applicati alle soluzioni di carbonato acido, è la seguente:

Il sale che resta in soluzione di carbonato acido di calcio, dopo aver eliminato interamente coll'acqua di calce l'acido carbonico libero, contiene calce e anidride carbonica nelle proporzioni di 1 molecola di CaO *e 2 molecole di* CO_2, *ossia nel rapporto in peso che occorre per formare il bicarbonato* $Ca(HCO_3)_2$; come era stato supposto in considerazione di semplici fatti di analogia, i quali naturalmente non hanno mai il valore e la sicurezza di una dimostrazione sperimentale diretta.

Se tale è la composizione del carbonato acido, le seguenti equazioni dimostrano che dalla soluzione contenente il solo sale acido e scomposta per semplice ebollizione si doveva ottenere appunto la *metà* del $CaCO_3$ che forniva, a caldo, un egual volume della medesima soluzione cimentata con soluzione ammoniacale di cloruro di calcio:

$$Ca(HCO_3)_2 = CaCO_3 + H_2O + CO_2$$
$$Ca(HCO_3)_2 + CaCl_2 + 2\ NH_4OH = 2\ CaCO_3 + 2\ H_2O + 2\ NH_4Cl$$

TERZO METODO — Questo metodo può considerarsi quale esperimento di conferma, non necessaria ma molto valida, della precedente conclusione.

In bottiglia di vetro, della capacità di 2 litri circa, introdussi 600 cmc. di acqua distillata, nella quale feci passare per alcuni minuti una corrente di CO_2; poscia chiusi il recipiente con tappo di gomma e lo agitai fortemente alla temperatura ambiente (15°) per 10 minuti circa, dopo i quali rinnovai nella bottiglia l'atmosfera di CO_2 e ripetei alcune volte la stessa operazione a fine di ottenere una soluzione satura di CO_2 in atmosfera di questo gas.

Ciò fatto versai con sollecitudine la soluzione così preparata entro bicchiere da precipitato per liberarla dall'atmosfera incombente di CO_2 e dal bicchiere in bottiglia che conteneva già 1600 cmc. di acqua distillata: volume totale della soluzione 2200 cmc. circa.

Faccio rilevare la necessità riconosciuta di impiegare una soluzione di acido carbonico cosí diluita, affinchè, agitandola con carbonato di calcio, si producesse una quan-

tità di carbonato acido inferiore a quella che presumibilmente può star disciolta nell'acqua a temperatura ordinaria e fuori del contatto dell'aria.

Della predetta soluzione allungata di CO_2, resa ben omogenea per blanda agitazione con bacchetta di vetro, ne introdussi con lungo sifone 1000 cmc. in matraccio tarato e aggiunsi senza indugio gr. 2 di $CaCO_3$ precipitato e seccato a temperatura ordinaria.

Ebbi l'avvertenza di scegliere un matraccio con collo stretto e avente il tratto che indicava il volume di 1000 cmc. a piccola distanza dalla bocca del recipiente, talchè quel po' di aria che rimaneva nel recipiente non poteva avere azione sensibile sulla decomposizione del carbonato acido che a poco a poco andava formandosi nel periodo dell'agitazione.

Subito dopo l'aggiunta del $CaCO_3$, chiusi ermeticamente e stabilmente il matraccio con buon tappo di gomma e lo agitai spessissimo per *5 giorni* nelle ore di lavoro in laboratorio, dopo i quali passai tutto il liquido torbido su grande filtro e della soluzione limpida filtrata ne raccolsi 500 cmc. in matraccino tarato e la feci senz'altro svaporare nella capsula di platino.

La fuga di CO_2 che ebbi manifestamente in un esperimento, aprendo il matraccio dopo 2 ore soltanto di scuotimento, mi fece palese la necessità di una prolungata agitazione, considerando ancora che il carbonato di calcio, indipendentemente dalla presenza dell'acido carbonico, si scioglie nell'acqua poco bensì e con grande lentezza, ma quella parte che passa a poco a poco in soluzione reagisce senza dubbio e subito anche colle soluzioni molto diluite di acido carbonico.

Ho detto sopra della necessità di eseguire questi esperimenti con soluzioni diluite di CO_2, ed ora aggiungo che in tutti quelli in cui feci uso di soluzioni più o meno concentrate arrivai a risultati finali tanto meno esatti, quanto maggiore era la concentrazione: effetto che si spiega facilmente in causa della tendenza che ha il carbonato acido a decomporsi con separazione di $CaCO_3$, quando particolarmente il sale acido abbonda nella soluzione e sia invece mancante o scarsissima la quantità dell'acido carbonico libero: nel qual caso nella soluzione filtrata e limpida del carbonato acido si trova necessariamente meno di $CaCO_3$ e più di acido carbonico libero.

Debbo pur dire che in questi esperimenti non ho tenuto conto delle variazioni, del resto piccole e senza influenza della temperatura ambiente (12° a 15°), nè delle variazioni frequenti avvenute nella pressione atmosferica, alle quali, anche volendo, non avrei potuto rimediare per mancanza dei necessari apparecchi.

Dopo queste osservazioni e disgressioni, a mio avviso non superflue, dirò che quasi simultaneamente al riempimento del primo matraccio contenente il $CaCO_3$ introdussi collo stesso sifone altri 1000 cmc. della medesima soluzione diluita di CO_2 entro matraccio conico da 1500 cmc., aggiungendo inoltre 300 cmc. di acqua fredda, che era stata bollita di recente, al solo fine di diminuire lo spazio libero sopra il livello della soluzione, e per semplice ebollizione, usando l'apparecchio e il processo indicati nel metodo 1°, fu scacciata l'anidride carbonica totale e fatta assorbire nel collettore da

una soluzione ammoniacale formata con 25 cmc. di acqua, 25 di ammoniaca concentrata e gr. 2 di $CaCl_2$, al solito debitamente preparata.

I risultati conseguiti nelle due distinte operazioni sono i seguenti: Dopo i 5 giorni di scuotimento, in presenza di $CaCO_3$, dai 500 cmc. della soluzione filtrata, poi svaporata in capsula di platino, ricavai gr. 0,267 di $CaCO_3$ e quindi da 1000 cmc. gr. 0,534; mentre dai 1000 cmc. della soluzione di CO_2 fatta bollire nel matraccio conico, e ricevendo il gas in soluzione ammoniacale di $CaCl_2$, ne ottenni gr. 1,0804 ossia il *doppio* con una differenza in più di 1,1 % circa.

Questo risultato porta quindi a concludere che *la quantità di* $CaCO_3$ *che si scioglie, dibattendo a lungo questo sale con soluzione convenientemente diluita di* CO_2, *è quella che occorre per formare il bicarbonato* $Ca(HCO_3)_2$.

Solubilità del bicarbonato di calcio

Tolta sperimentalmente ogni incertezza sulla vera composizione del carbonato acido di calcio, ho creduto più necessario che opportuno di eseguire alcune ricerche sulla solubilità del bicarbonato di calcio, le cui trasformazioni si manifestano in fenomeni naturali importantissimi, quali sono la formazione delle stalattiti, delle stalagmiti, dei travertini e in generale delle incrostazioni e concrezioni calcaree, e per gl'inconvenienti che ne conseguono nell'uso delle acque più o meno ricche di bicarbonato nei generatori a vapore, nei tubi per conduttura di acque potabili, nella irrigazione e in parecchie operazioni industriali.

A proposito della solubilità del bicarbonato non potrei dire che le notizie riferite nelle memorie originali di alcuni sperimentatori, e in particolare poi dai Dizionari e Trattati di chimica, abbiano il pregio della concordanza della precisione e della esattezza, e poche citazioni basteranno a giustificare questo mio giudizio.

Il Caro ha affermato in un suo lavoro che 1 litro di acqua scioglie al massimo gr. 3 (!) di carbonato di calcio, e che questo massimo è raggiunto a 5° alla pressione atmosferica. L'errore non lieve in cui è caduto il Caro fu rilevato prima di me dall'Engel in una sua nota comparsa nei *Comptes Rendus* del 1885, dalla quale ho attinto la presente notizia.

Nel Dizionario di Chimica del Wurtz si legge che una soluzione satura di acido carbonico può sciogliere gr. 0,7 di carbonato per litro a 0°, e gr. 0,88 a 10°, ma non è detto a quale pressione, nè la durata dell'azione. Molto probabilmente questi dati si riferiscono ad esperimenti fatti nelle stesse condizioni di pressione, e siccome l'anidride carbonica è alquanto più solubile a 0° che a 10°, così era da mettere in dubbio che 1 litro di acqua satura di acido carbonico a 0° sciolga meno di $CaCO_3$ che a 10° o a 15°. Secondo le mie esperienze, i dati stessi sono sbagliati nel senso e non poco inferiori al vero per grandezza.

Nel trattato di Chimica Minerale del Moissan, pubblicato nel 1904, e in altri ancor più recenti, si dice che la solubilità del carbonato di calcio nell'acqua carica di

acido carbonico a 15° è di gr. 0,385 per litro: ma a quale pressione? Se l'acqua è satura di acido carbonico ed è mantenuta tale in presenza dello stesso gas alla pressione atmosferica, la quantità di $CaCO_3$ che si scioglie in 1 litro a 15° supera un poco il triplo di gr. 0,385. D'altra parte ho trovato che 1 litro di liquido, che era stato ottenuto aggiungendo a 1600 cmc. di acqua distillata 600 cmc. soltanto di soluzione satura di CO_2, ossia 1 litro di soluzione molto allungata di CO_2, dopo 5 giorni di agitazione ha sciolto gr. 0,534 di $CaCO_3$.

Solubilità del bicarbonato a 0° — Entro bottiglia della capacità di 2 litri introdussi cmc. 1000 di acqua distillata, e immersi il recipiente nell'acqua di un secchio portata a 0° da grossi e numerosi pezzi di ghiaccio. Quando il liquido fu giunto a 0°, aggiunsi gr. 3 circa di carbonato di calcio precipitato e seccato a temperatura ordinaria, e feci passare in esso una corrente di CO_2 mediante l'apparecchio Kipp, perchè l'anidride fornita dalla bombola a gas compresso, di cui avrei potuto disporre, conteneva il 7 % in volume di aria. Poscia chiusi la bottiglia con tappo di gomma e la agitai fortemente e spesso, rinnovando entro il recipiente l'atmosfera del CO_2 di frequente nelle prime ore e a lunghi intervalli in seguito. Agitai pure molto spesso i pezzi di ghiaccio per impedire che lo strato inferiore dell'acqua contenuta nel secchio potesse giungere a 2° e anche a 3° sopra lo zero. Queste condizioni di temperatura furono mantenute *due giorni*. Al qual fine, per la notte trascorsa fra un giorno e l'altro, misi nel secchio molti e grossi pezzi di ghiaccio che con un robusto panno costrinsi a stare in basso, e collocai inoltre il secchio fuori del laboratorio dove l'aria aveva una temperatura di poco superiore a 0°.

Dopo 48 ore versai tutto il liquido torbido sopra un unico filtro e della soluzione filtrata limpidissima ne ricevetti 500 cmc. in matraccino tarato: da questo la passai entro bicchiere da precipitato e la feci svaporare in capsula di platino a bagno-maria.

Da questi 500 cmc. di soluzione di bicarbonato ottenni, dopo essiccamento del residuo in stufa a 100°, gr. 0,78 di $CaCO_3$ e quindi gr. 1,56 per 1000 cmc. Aggiungendo a gr. 1,56 di carbonato neutro la quantità equivalente di acido carbonico H_2CO_3 si ha gr. 2,5272 di bicarbonato.

Ricorderò in proposito che 100 ($CaCO_3$) parti in peso di carbonato neutro equivalgono a 62 (H_2CO_3) di acido carbonico, e che una molecola di bicarbonato 162 ($Ca(HCO_3)_2$) ne contiene una di $CaCO_3$ e una di H_2CO_3. $Ca(HCO_3)_2 = CaCO_3 + H_2CO_3$.

Conclusione: *La quantità massima di* $CaCO_3$ *che, dopo prolungata agitazione, si scioglie in 1 litro di acqua a 0°, satura di acido carbonico e mantenuta tale in presenza di* CO_2 *alla pressione atmosferica, è di gr. 1,56 e conseguentemente quella del bicarbonato di gr. 2,5272.*

Io fui ben assicurato di aver raggiunto il massimo di solubilità, perchè in due precedenti prove, nelle quali operai nelle stesse condizioni e cogli stessi artifizi, ma limitando la durata degli esperimenti a 9 ore di una sola giornata, ebbi quasi esattamente il medesimo risultato.

Torno a ripetere che non ho potuto tener conto delle piccole variazioni avvenute nella pressione atmosferica, le quali d' altra parte avrebbero portato differenze ben piccole nel risultato finale dell' esperimento.

Solubilità del bicarbonato a 15° — Ho aspettato di eseguire le ultime ricerche in un periodo del mese di marzo, in cui la temperatura nella camera di lavoro era di 16° circa di giorno e 15° di notte.

La solubilità del carbonato di calce a 15° fu determinata con due metodi diversi:

Nel primo ho seguito il procedimento testè descritto per la solubilità a 0°, soltanto la bottiglia stava immersa nell'acqua di una grande bacinella, in cui il liquido fu mantenuto facilmente e costantemente a 15°. L'esperimento ha durato *4 giorni*. Dopo il primo giorno, l' atmosfera di CO_2 entro la bottiglia veniva rinnovata una sol volta ogni mattina.

Dai 500 cmc. della soluzione finale filtrata, dopo evaporazione in capsula a bagnomaria ed essiccamento del residuo a 100°, ottenni gr. 0,5876 di $CaCO_3$ e quindi gr. 1,1752 da 1 litro: aggiungendo a quest' ultimo dato la quantità equivalente di H_2CO_3, ossia gr. 0,7286, si trova che 1 litro di soluzione contiene gr. 1,9038 di $Ca(HCO_3)_2$.

In due precedenti prove, nelle quali aveva limitata la durata dell' esperimento a 10 ore di una stessa giornata, ricavai da 1 litro di soluzione filtrata gr. 1,0964 di $CaCO_3$ invece di gr. 1,1752: è quindi manifesto che 10 ore di assidui scuotimenti non bastano. D' altra parte, considerando che la differenza fra i due risultati è relativamente lieve, ebbi la certezza di aver raggiunto in 4 giorni il massimo di solubilità.

Il secondo metodo è non meno semplice. Nella solita bottiglia da 2 litri introdussi 700 cmc. di acqua di calce preparata di fresco e satura a temperatura ordinaria (15° circa). Facendo passare in questa una corrente fortissima di CO_2 derivata da una bombola a gas compresso, dopo 1 minuto circa, come dirò appresso, ebbi una soluzione quasi limpida e fortemente soprassatura di carbonato acido. Allora chiusi la bottiglia con tappo di gomma, senza aggiungere polvere di $CaCO_3$, perchè questo comincia a formarsi quasi subito e in abbondanza per decomposizione dell' eccesso di sale acido: di guisa che la solubilità di $CaCO_3$ era data non dal sale neutro che si scioglie nell'acqua, come nel metodo precedente, ma dal sale che resta in soluzione a 15° al cessare dello stato di soprassaturazione. E per evitare appunto con sicurezza l' errore che deriverebbe dalla rimanenza di un lieve grado di soprassaturazione, come accade pure delle soluzioni soprassature di solfato di calcio specialmente quando la temperatura è piuttosto bassa, ho tenuto la bottiglia nell' acqua a 15° e agitata di frequente per *5 giorni*, rinnovando ogni mattina l' atmosfera interna di CO_2 con gas sviluppato coll' apparecchio del Kipp. Certamente sarebbe bastata una durata molto minore dell' esperimento, perchè le soluzioni soprassature di bicarbonato di calcio, in causa della lievissima solubilità del carbonato neutro, sono assai meno stabili di quelle di solfato.

Operando come nelle precedenti esperienze, dai 500 cmc. di soluzione filtrata ottenni gr. 0,585 di $CaCO_3$ e quindi da 1 litro gr. 1,17: aggiungendo a gr. 1,17 la quantità equivalente di H_2CO_3 si ha gr. 1,8954 di bicarbonato $Ca(HCO_3)_2$.

La differenza fra i risultati conseguiti coi due metodi è abbastanza lieve per poterla attribuire più che altro alle piccole variazioni avvenute nella pressione atmosferica, che è quanto dire alle piccole quantità di anidride carbonica che in più o in meno si sciolgono nell'acqua a 15°.

La conclusione cui conduce il risultato del primo esperimento è la seguente:

La quantità di $CaCO_3$ *che dopo lunga agitazione si scioglie in un litro di acqua a 15° satura di acido carbonico e mantenuta tale in presenza di* CO_2 *alla pressione atmosferica, è di gr. 1,1752 e conseguentemente quella del bicarbonato, di gr. 1,9038.*

Faccio rilevare che in condizioni analoghe 1 litro di acqua a 0° tiene in soluzione gr. 2,5272 di bicarbonato.

Soluzioni soprassature di bicarbonato — Più sopra ho avuto occasione di accennare al modo e alla facilità di ottenere soluzioni soprassature di bicarbonato, tanto che non si comprende come questo fatto sia sfuggito ai chimici, i quali non ne fanno menzione, che io sappia, nelle loro memorie originali e così pure nei Dizionari e nei Trattati di chimica più recenti.

« Da lungo tempo, dice il Bineau nella sua memoria già citata, il Rose ha segnalata l'*impossibilità* di ridisciogliere, mediante una corrente di acido carbonico, la totalità del precipitato formato da questo gas nell'acqua di calce non diluita ».

L'affermazione del Rose esprime un fatto che avviene sempre allorchè la corrente di CO_2 non è abbastanza energica, ma, a conferma di una mia previsione relativa alla solubilità del carbonato di calce, certamente idrato, nel momento che nasce nell'acqua di calce per opera dell'anidride carbonica, ho provato che con corrente fortissima e, direi forse meglio, violentissima in acqua di calce satura a 15°, corrente che è facile produrre mediante bombola a gas compresso, dopo 1 minuto circa, il forte intorbidamento, che è prodotto dalla corrente come primo effetto, scompare e si ha una soluzione *quasi* del tutto limpida; instabilissima però, tanto che dopo il primo minuto comincia a farsi torbida e l'intorbidamento va a poco a poco aumentando, pur mantenendo la fortissima corrente di CO_2. La quale instabilità, come dissi, deriva manifestamente dalla lievissima solubilità del carbonato neutro, che è uno dei prodotti di decomposizione del sale acido.

Tosto che la soluzione di calce fu diventata *quasi* limpida ne feci svaporare 500 cmc. in capsula di platino, non tenendo conto del lievissimo intorbidamento, ed ottenni gr. 1,145 di $CaCO_3$ e quindi da 1 litro gr. 2,29, a cui aggiungendo la quantità equivalente di H_2CO_3 si ha gr. 3,71 per litro di bicarbonato, laddove nelle soluzioni normalmente sature di acido carbonico a 15° e in presenza di CO_2 alla pressione atmosferica, la quantità massima di bicarbonato che passa in soluzione è poco più della metà, e precisamente gr. 1,9038.

Secondo Dalton, la quantità di CaO che occorre per saturare 1 litro di acqua a 15° è gr. 1,2853 ed equivale a gr. 3,718 di bicarbonato invece di gr. 3,71. È noto che una molecola di ossido di calcio ($CaO = 56$) corrisponde ad una di bicarbonato ($Ca(HCO_3)_2 = 162$).

Considerando poi che nonostante la corrente violentissima di CO_2, l'acqua di calce satura a 15° non acquista assoluta limpidezza, sono portato a credere che l'acqua stessa contenga la quantità di base che, nelle predette condizioni, genera il massimo di bicarbonato che per brevissimo tempo può rimanere in soluzione.

Se l'acqua di calce satura a 15°, resa quasi limpida per corrente fortissima di CO_2, si lascia per 24 ore circa a 15° entro bottiglia chiusa in atmosfera dello stesso gas, in 1 litro di soluzione filtrata si trova soltanto gr. 2,10 di bicarbonato e dopo 4 giorni, come si disse, gr. 1,896, invece di gr. 3,71. Il fatto della soprassaturazione è quindi palese e certissimo.

Infine per comodo dei chimici che avessero interesse di prendere cognizione dei risultati delle mie ricerche, credo opportuno di riassumerne le conclusioni:

1ª Sperimentalmente è dimostrato che il sale acido che si forma per azione dell'anidride carbonica sull'acqua di calce, o di un'acqua più o meno ricca di acido carbonico sul carbonato neutro, è realmente il bicarbonato $Ca(HCO_3)_2$.

2ª La quantità massima di $CaCO_3$ che dopo prolungata agitazione (non meno di 10 ore) si scioglie in 1 litro di acqua a 0°, satura di acido carbonico e mantenuta tale in presenza di CO_2 alla pressione atmosferica, è di gr. 1,56 e conseguentemente quella del bicarbonato gr. 2,5272.

3° In condizioni analoghe e dopo alcuni giorni di agitazione, 1 litro di acqua a 15° scioglie gr. 1,752 di $CaCO_3$ e conseguentemente contiene gr. 1,9038 di bicarbonato.

4ª Facendo passare una corrente violentissima di CO_2 in acqua di calce satura a 15°, questa da prima intorbida fortemente, ma dopo 1 minuto circa si ha una soluzione quasi limpida e fortemente soprassatura di carbonato acido, la quale, nel brevissimo tempo del suo nascimento e di sua stabilità, contiene in 1 litro gr. 2,29 di $CaCO_3$ e conseguentemente gr. 3,71 di bicarbonato.

LA CONIUGAZIONE

E

IL DIFFERENZIAMENTO SESSUALE NEGLI INFUSORĬ

VI.

CONDIZIONI CHE DETERMINANO LA CONIUGAZIONE RIPETUTA NEL CHILODON UNCINATUS

MEMORIA

DI

PAOLO ENRIQUES

letta nella Sessione del 28 Novembre 1915.

SOMMARIO:

I. Scopo delle presenti ricerche.

Nel *Chilodon uncinatus*, gli exconiuganti, ossia gli individui appena usciti da una coniugazione, possono, senza riprodursi per scissione nemmeno una volta, entrare di nuovo in coniugazione, o con altri exconiuganti, oppure con individui non exconiuganti. Dimostrai questo fatto collo studio di preparati microscopici, nel 1908. In questa specie gli exconiuganti si riconoscono bene, perchè hanno un macronucleo nuovo molto grande, e tutto il corpo pure molto più grande di quello degli individui normali. Trovando dunque individui con questo caratteristico aspetto, accoppiati, conclusi che si trattava di una coniugazione ripetuta. Notai anche, in queste coppie, la presenza di processi normali nei micronuclei, sì da far credere che la coniugazione ripetuta dia buon esito come qualunque ordinaria coniugazione. Finora però non avevo studiato in quali circostanze si produca questo fenomeno.

Dopo il mio lavoro sull' argomento, coniugazioni ripetute sono state trovate (sempre in condizioni sperimentali non precisate) da Collin negli Acineti e da Klitzke anche nel Paramecio, confermando così questi AA. i resultati delle mie ricerche.

Cogli esperimenti che qua descrivo, mi son proposto di determinare le condizioni che nel *Chilodon* provocano la coniugazione ripetuta.

II. Allevamento del *Chilodon* e sue coniugazioni in generale.

Isolato un individuo, ricavatane una cultura e poi molte altre, tutte alimentate con decotto di fieno molto allungato con acqua potabile, ho cercato in primo luogo di avere coniugazioni. Sapevo già per l'esperienza del primo lavoro fatto sul *Chilodon* nel 1908, che per questa specie non è necessario preoccuparsi particolarmente della composizione salina più opportuna, della temperatura, o delle condizioni precedenti nella vita della stirpe, che in qualche modo possano influenzare la sua coniugabilità — fatti e condizioni che trovammo importanti e decisivi per altre specie. È il *Chilodon* piuttosto facile a coniugarsi; adoprando acqua potabile, lavorando a temperatura ambiente o poco più elevata, allevando con alimentazione abbondante ma non tanto batterica da produrre effetti degenerativi, ci si trova in condizioni che permettono di provocare la coniugazione. Il punto più importante è quello di regolare la quantità di decotto rispetto all'acqua, per nutrir bene ma non intossicare. Riuscito questo, si alleva la specie « al massimo », ossia ogni giorno si getta via la maggior parte del liquido con gli Infusorî, per sostituirlo con liquido fresco, nel quale i pochi rimasti si moltiplicano attivamente.

Le coniugazioni si provocano in culture collaterali, fatte con uguale metodo, nelle quali però si interrompe il ricambio del liquido. I *Chilodon* si moltiplicano, pullulano alla superficie ed anche al fondo del vaso, e finalmente, dopo pochi giorni dal principio della cultura, entrano in coniugazione. Il decorso abituale della epidemia porta per conseguenza, che gli exconiuganti son presenti in un momento in cui vi è penuria di cibo nella cultura. La loro crescita è quindi molto ostacolata e rallentata, essi restano molte volte anche piccoli, non assumendo il macronucleo quelle vistose dimensioni che sono rappresentate nelle figure del mio primo lavoro sul *Chilodon*. Le cose procedono diversamente nelle diverse prove, ma generalmente, quando nello stesso tempo e con quantità di liquidi misurate si preparano parecchi vasi, tutti hanno un decorso molto somigliante. Questa circostanza permette di sperimentare su culture contemporanee, l'effetto di condizioni diverse.

III. Modo per avere le coniugazioni ripetute.

Ho pensato di provocarle, facendo agire sugli exconiuganti quelle medesime condizioni che, agendo sui *Chilodon* in generale, provocano la coniugazione; dando cioè ad essi alimento, e poi lasciandoli di nuovo a digiuno. Ho provato perciò ad aggiungere cibo una o più volte alla cultura, appena insorta la epidemia di coniugazioni, oppure un giorno dopo, o più tardi ancora. Preparando negli esperimenti parecchi vasi, si può determinare quale è il momento e la quantità di cibo più appropriati, ed il numero delle volte che è necessario dare il cibo.

I resultati di queste prove si possono così riassumere. In primo luogo, non si ottengono in linea generale coniugazioni ripetute, se si aggiunge cibo soltanto *prima* che la epidemia di coniugazioni sia scoppiata. I resultati più favorevoli si ottengono quando si aggiunge cibo *dopo* alcuni giorni dal principio della epidemia, per esempio 2 o 3 giorni; si possono però avere coniugazioni ripetute anche dando cibo il giorno successivo a quello in cui la epidemia è scoppiata, e forse anche dandolo appena si vede una ricca epidemia. Dopo l'aggiunta di cibo, che deve essere moderata e fatta una sola volta, gli exconiuganti cominciano a crescere rapidamente; si possono avere coniugazioni ripetute anche 2 soli giorni dopo la aggiunta di cibo; più spesso 3 giorni dopo, più spesso 4 giorni dopo. Se dopo 4 giorni non si sono viste coniugazioni ripetute, diminuisce grandemente la probabilità di vederne nei giorni seguenti. Non ne ho mai viste, come ho detto, prima di 2 giorni dall'aggiunta di cibo.

Le coniugazioni ripetute che si osservano nelle condizioni sperimentali suddette, appartengono ai tre tipi che già riscontrai nello studio citologico: può essere exconiugante solo l'individuo che funge quasi da femmina — ed è il caso più frequente — mentre l'altro è normale; possono essere exconiuganti tutti e due gli individui della coppia, od infine può essere exconiugante solo quello che funge da maschio (caso oltremodo raro; per le ragioni di questi fatti si veda il mio lavoro precedente). Le coniugazioni ripetute si osservano e riconoscono benissimo sul vivo. Adoperando per le culture di esperimento scatole del Petri, e mettendo queste direttamente sotto il microscopio, si vedono benissimo tali coppie, alla superficie od al fondo, anche con un ingrandimento moderato. Spicca sempre il grande macronucleo in formazione della prima coniugazione, nella parte posteriore del corpo del *Chilodon*. Si capisce che osservazioni più accurate di controllo, a forte ingrandimento, venivano sempre fatte. L'osservazione diretta, ad ingrandimento debole, mi ha permesso di constatare che nei casi più favorevoli si sono avute delle vere epidemie di coniugazioni ripetute, il cui numero appariva perfino superiore, in certi momenti, a quello delle coniugazioni ordinarie contemporaneamente presenti nella cultura; questo è però un caso eccezionale. Che esse siano tanto frequenti da vederne contemporaneamente parecchie sotto il campo del microscopio, con un obbiettivo 3 di Koristka, questo è invece un caso assai frequente.

IV. Considerazioni.

Dopo quanto ho scritto nei precedenti lavori, credo non vi sarebbe bisogno di aggiungere altro, per quanto riguarda la dimostrazione che la coniugazione negli Infusorî è una reazione a particolari e determinate condizioni di ambiente, per nulla dipendendo dalla lontananza da coniugazioni precedenti, da parentela o meno degli individui della cultura ecc. — È certo pur tuttavia che anche i presenti resultati sono una nuova prova di questa affermazione: una volta di più vediamo gli Infusorî reagire

con esatto determinismo alle condizioni ambiente, ed entrare in coniugazione, nonostante che proprio allora uscissero da una coniugazione precedente.

Una circostanza mi sembra debba essere qui considerata. Secondo i resultati di tutte le ricerche precedenti, si ottengono coniugazioni agendo sulla cultura, ed in tal maniera che, la nostra azione stimolante cominciando in un dato momento, la reazione avviene dopo qualche tempo (non si può naturalmente precisare il tempo, variando questo secondo le circostanze e le specie); in questo tempo di reazione, gli Infusorî si moltiplicano; forse un certo numero di divisioni deve *necessariamente* avvenire, dal momento in cui comincia ad agire la condizione stimolante del digiuno, a quello in cui la coniugazione avviene. Già il Maupas ha descritto le divisioni che si producono rapidamente come reazione alla diminuzione di cibo, divisioni che egli ritiene in numero vario secondo le specie (spesso 2) e che R. Hertwig ha sempre constatato in numero di 2 nelle specie da lui studiate. Io stesso, studiando il *Cryptochilum nigricans* (1909), osservavo numerosissimi individui in divisione nel momento prossimo all'apparsa della epidemia di coniugazioni, cioè dopo che cominciavano ad agire le condizioni determinanti la epidemia. Anche nelle piccole culture in goccia, di *Colpoda steinî*, nelle quali ho ottenuto la coniugazione dopo poche generazioni dalla coniugazione precedente, accadeva certamente lo stesso, e così pure in quelle somiglianti che ho fatto colla *Opercularia coarctata* (1907).

La reazione ora ottenuta col *Chilodon uncinatus* è dunque diversa. Questa è reazione dell'individuo, che, stimolato, dopo qualche tempo entra in coniugazione senza dividersi. Tre ragioni lo dimostrano chiaramente:

1) Gli exconiuganti non erano destinati necessariamente alla coniugazione ripetuta; infatti essi sono entrati nuovamente in coniugazione nei vasi ai quali è stato aggiunto cibo una volta, ma in due condizioni differenti da questa non sono entrati nuovamente in coniugazione: *a*) in quei vasi nei quali non è stato aggiunto cibo affatto, dopo la prima epidemia; allora la loro carriera di exconiuganti ha avuto un decorso più stentato, senza vistosa crescita, o, in ogni caso, senza coniugazione ripetuta; *b*) in quelli nei quali è stato aggiunto cibo ripetutamente, su porzioni della cultura allungate con molto liquido fresco, in maniera da non far mai giungere momenti di penuria alimentare, prima che gli exconiuganti si fossero divisi; crescevano essi grandemente in tali condizioni, poi diminuivano di grandezza, si dividevano, non presentavano la coniugazione ripetuta.

Dunque, proprio quelle circostanze particolari — cibo, poi penuria di cibo — hanno determinato la coniugazione ripetuta.

2) Non sarà forse sfuggita al lettore la circostanza più sopra esposta, che non basta, per ottenere coniugazioni ripetute, agire col cibo sulla cultura, prima che la epidemia di coniugazioni sia scoppiata. Se questo bastasse potremmo fare la seguente supposizione: con un particolare stimolo su individui normali, li induciamo a coniugarsi due volte (anzichè una come di solito); e rimarrebbe ancora possibile la supposizione che essi, prima di incominciare la prima coniugazione, vadano soggetti alle

solite divisioni di digiuno. Non è così, visto che dobbiamo agire quando già vi sono exconiuganti nella cultura; è evidente che proprio su questi agisce lo stimolo alimentare, conducendo direttamente l'individuo — l'exconiugante — alla seconda coniugazione.

3) Si ricordi inoltre che si possono avere coniugazioni ripetute, già dopo 2 giorni dall'aggiunta del cibo. Ciò esclude che lo stimolo agisca prima della prima coniugazione; potei infatti constatare che per questa occorre circa un giorno ed anche più; e poi almeno 2-3 giorni perchè gli exconiuganti raggiungano le dimensioni con cui compaiono nelle coniugazioni ripetute. Manca dunque più di un giorno. Necessità quindi, anche per questa ragione, che lo stimolo abbia agito sugli exconiuganti.

Ho detto che si possono avere coniugazioni ripetute dando cibo alla cultura allo scoppio della epidemia, e che si possono avere dopo 2 soli giorni dall'aggiunta del cibo; ma non bisogna credere che si possano riunire queste due circostanze. Se si dà cibo allo scoppio della epidemia, coniugazioni ripetute appaiono alcuni giorni dopo; perchè possano apparire dopo 2 giorni, bisogna darlo quando già vi sono exconiuganti nella cultura, ossia almeno 1-2 giorni dopo lo scoppio della epidemia. Ogni cosa, come si vede, concorda; per ogni verso vediamo così dimostrato che la seconda coniugazione viene determinata da stimoli agenti direttamente sugli exconiuganti della prima, non sui loro progenitori per più generazioni. Si capisce che i dati relativi ai tempi impiegati dai varî fenomeni e reazioni, non hanno un valore assoluto, ma solo relativo agli allevamenti miei o fatti in condizioni identiche.

Finalmente, da un altro punto di vista si può considerare il resultato di questi esperimenti. Si può domandare quale è, in fondo, la differenza tra il modo di reagire del *Chilodon* exconiugante e quello degli Infusorî in generale; perchè qui non si hanno divisioni prima della coniugazione — la seconda s' intende —, ed in generale sì. Potrebbe darsi che si trattasse di una proprietà specifica del *Chilodon.* Ma questa spiegazione non si accorda colla maniera colla quale si ottiene la prima epidemia di coniugazioni; essa si ottiene, come sempre, colla penuria di cibo dopo la ricca alimentazione, e dal momento nel quale si fanno nella cultura quelle operazioni, diverse da ogni altra specie di allevamento abituale, che conducono alla epidemia, fino all'apparire di questa, passa un tempo, nel quale accadono divisioni. Mi sembra lecito fissare l'attenzione su una notevole differenza nelle proprietà dell'exconiugante, confrontato cogli individui ordinarî: l'exconiugante è l'unico individuo che possa essere alimentato per uno o due giorni, magari anche tre giorni, senza che si divida. Esso reagisce, come qualunque altro individuo, alle condizioni di alimento — cibo, poi digiuno —, ma ha la proprietà speciale di potere subire queste azioni stimolanti per un tempo abbastanza lungo, senza essere in questo tempo, per effetto stesso del cibo, costretto a dividersi. Di qui il sospetto che anche gli individui ordinarî, sia in questa, sia in qualunque altra specie, non siano costretti a dividersi, prima di coniugarsi, ma ciò accada di regola solo perchè è difficile praticamente fare agire le condizioni favorevoli alla coniugazione per un tempo tanto breve, che durante lo svolgimento di queste con-

dizioni, l'Infusorio non sia obbligato a dividersi. Certo, su questo punto non possiamo pronunziarci in modo deciso; occorreranno esperimenti molto delicati prima che la questione si possa risolvere; forse non si riuscirà a risolverla. Ma qualunque sia la soluzione per gli individui ordinarî, questo va notato: la prima volta in cui si è trovato un Infusorio, capace di subire mutamenti di alimento che nel corso di un paio di giorni conducono alla coniugazione, senza essere obbligato per le sue prorietà fisiologiche anche a dividersi, esso ha reagito colla coniugazione, individualmente, non coi suoi figli o nipoti. Una certa indipendenza appare dunque in ogni modo tra la reazione coniugativa e la divisione.

V. Conclusioni.

1. Si ottengono coniugazioni ripetute di *Chilodon uncinatus*, aggiungendo cibo una sola volta ad una cultura in cui già è scoppiata una epidemia di coniugazioni, e lasciando insorgere una nuova penuria di alimento. Esse sono talora assai abbondanti, sì da costituire una vera epidemia di coniugazioni ripetute, senza escludere con questo che coniugazioni ordinarie siano contemporaneamente presenti.

2. Le circostanze di tempo in cui si verifica la reazione dimostrano che si agisce collo stimolo alimentare sopra all' exconiugante, inducendolo per causa di detto stimolo, alla seconda coniugazione. È la prima volta che si ottengono coniugazioni stimolando direttamente l' individuo che entrerà in coniugazione; generalmente si ottengono stimolando individui i cui discendenti prossimi entrano in coniugazione.

3. Il concetto della coniugazione come reazione alle condizioni esterne, riceve così, dalle presenti ricerche, nuova conferma.

VI. Note bibliografiche.

Le precedenti memorie dello stesso titolo sono pubblicate nei luoghi seguenti:

I. Archiv für Protistenkunde, Vol. 9, p. 195-296, 1907.
II. (Wiederkonjugante und Hemisexe bei *Chilodon uncinatus*). Ibidem, Vol. 12, p. 213-276, 1908.
III. Memorie di questa Accademia, Ser. 6, Vol. 6, p. 463-500, 1909.
IV. Ibidem, Vol. 7, p. 161-198, 1909-10.
V. Memoria del Dott. Jules Zweibaum, in Archiv für Protistenkunde, Vol. 26, p. 275-393, 1912.

Abbondante bibliografia sulla coniugazione in generale, fino al 1912, si trova in queste memorie.

Riguardano la coniugazione ripetuta i seguenti lavori:

Collin, B.: Sur l'existence de la conjugaison gemmiforme chez les Acinétiens. C. R. Accad. Sc., Paris, Vol. 148, p. 1416-1418, 1909.

Klitzke, M.: Ueber Wiederconjuganten bei *Paramaecium caudatum*. Arch. f. Protistenk. Vol. 33, p. 1-20, 1914.

Bologna, Istituto zoologico.

ELEFANTI FOSSILI
NEL R. MUSEO GEOLOGICO DI BOLOGNA

Parte II

MEMORIA

DEL

Prof. Sen. GIOVANNI CAPELLINI

letta nella Sessione del 30 Gennaio 1916.

ELEPHAS ANTIQUUS, Falconer.

Pochi sono i resti di *Elephas antiquus* nel Museo di Bologna, ma per circostanze diverse parecchi di essi sono particolarmente interessanti.

Nell' antico Museo di Storia naturale, le ossa fossili erano fissate entro cassette, dietro le quali erano poi incollati foglietti con note autografe dell' Abate Professore Ranzani. Da quelle note si rileva che, alcune delle ossa di Elefante mandate a Bologna dal Generale Marsigli, nei primi anni del secolo XVIII, provenivano forse da una grotta scoperta nel 1700 nelle vicinanze di Canstatt.

Ranzani a questo riguardo cita il catalogo manoscritto dello stesso Generale Marsigli, che esiste nella biblioteca della Università (Codici Marsigliani N. 104), nel quale si legge: « Nella cassa segnata C N.° 13 Varii Eburii, et uni corni fossili « trovatesi nella Selva negra, particolarmente nel paese di Vittemberg in una grotta « vicina ad un luogo di Canstatt discoperto l' anno 1700, dove si ritrovano ossi di « ogni sorte d' animali come dalli due pezzi segnati III da questi segni ».

Nel maggio 1861, avendo avuto la fortuna di potermi occupare di vertebrati fossili con la guida del celebre Falconer che accompagnai pure in profittevoli escursioni nell' Emilia, nelle Romagne, nel Veneto, nell' Istria, con una prima revisione dei resti di elefanti fossili le ossa mandate dal Marsigli, trovate con la indicazione del Ranzani forse provenienti da Canstatt furono riferite all'*Elephas antiquus*, Falconer. Nel 1868 essendo a Stuttgart per fare escursioni nelle classiche località ricche di fossili giurassici, e segnatamente a Boll per visitare le cave di schisti ardesiaci nei quali si trovano tanti avanzi di Ittiosauri, pensai di fare altresì una escursione a Canstatt per studiare il giacimento ove nel 1816 era stato trovato l' ammasso di zanne elefantine che si conserva nel museo di Stuttgart con molti altri avanzi di *Elephas primigenius* provenienti dalla stessa località.

Mentre per una parte in me si avvalorava il dubbio della esatta provenienza dei resti degli elefanti, riconosciuti spettanti all' *E. antiquus* nel Museo di Bologna, per l' altra esaminando tutto quanto si trova nel Museo di Stuttgart, proveniente da Canstatt, mi pareva di riconoscere che, oltre a copiosi avanzi di vero *E. Primigenius*, vi fossero pure indubbii resti di altra specie per la quale restavo però alquanto incerto se da doversi riferire all' *E. antiquus* oppure all' *E. armeniacus*.

Dopo ciò, ritenendo con tutta sicurezza che non vi sia più da dubitare sulla provenienza degli avanzi elefantini inviati dal Marsigli come provenienti da Canstatt, passerò senz' altro alla loro enumerazione, cominciando dall' esemplare per la cui esatta determinazione non si ebbe mai alcun dubbio, perchè dovuta all' autore della specie.

Facendo seguito, con la numerazione, alla registrazione dei resti di *Elephas meridionalis* descritti nella 1ª Memoria del 1914, comincerò il presente catalogo col N. 132.

132. Penultimo dente molare inferiore destro ben conservato; vi si contano dodici lamine alquanto logorate; la lunghezza della corona essendo m. 0,17, nella maggiore larghezza misura m. 0,085. Per la fossilizzazione questo dente corrisponde perfettamente a tutti i resti elefantini da me esaminati. Questo esemplare proveniente da Canstatt nelle note del Prof. Ranzani era così indicato: *N. 2. Mascellare inferiore intero. Forse di una grotta vicina a Canstadt.*

133. La porzione di un bel dente incisivo, lunga appena m. 0,33 e con una circonferenza massima di m. 0,45 segnato dal Ranzani col N. 2 è notata pure come « Parte insigne di una enorme zanna di Elefante, forse di quello scoperto nell' anno 1700 in una grotta vicina a Canstatt ».

134. Altra porzione di zanna lunga m. 0,30 e con m. 0,32 di circonferenza è pure indicata come proveniente da Canstatt.

135. Porzione sinfisiaria della mandibola abbastanza ben conservata, riconosciuta e già determinata dal Professore Ranzani. Con questo frammento si completano i pochi avanzi raccolti dal Marsigli e indicati come provenienti da Canstatt.

136. Zanna lunga m. 2,07 in parte incrostata e, per fratture risaldate, distorta; però complessivamente ben conservata e spettante a un individuo adulto colossale come fu l' *E. antiquus* in confronto alle altre specie.

Dopo la escursione a Canstatt nel 1868, questo esemplare ebbi in dono dal Prof. Oscar Fraas; con esso, di sicura provenienza da quel celebre giacimento, ho finito di dire dei più antichi e dei più recenti avanzi di elefanti fossili del nostro Museo provenienti da Canstatt e dintorni.

137. Fra gli esemplari dell' antico Museo di Storia naturale passati alla Geologia trovasi il ramo mandibolare destro di un elefante fossile con il penultimo e l' ultimo

molare ben conservati. Il penultimo molare lungo m. 0,21 con dodici lamine che avendo tutte funzionato permettono di apprezzarne le caratteristiche relative alla forma, allo smalto e alla dentina, per le quali è indubbiamente riconoscibile che si tratta dell' *E. antiquus* e come tale fu riconosciuto anche da Falconer e da Pohlig, due grandi autorità in tale materia. L' ultimo molare si mostra appena spuntato nell' alveolo, ma poichè questa parte di mandibola è rotta nella sua estremità posteriore e inferiore, è possibile di studiare questo ultimo dente nella sua parte radicolare e vi si contano pure distintamente dodici lamine.

Quanto alla provenienza vi ha da dubitare fortemente che la antica indicazione (proveniente da Canstatt) non sia esatta. Per lo stato di conservazione, ossia per la natura della fossilizzazione, si potrebbe sospettare che piuttosto provenisse dal Valdarno: da Canstatt no certamente.

138. Due modelli di incisivo, o zanna, di latte, evidentemente riferibili all' esemplare proveniente da Taubach illustrato da Pohlig (1). Questi modelli furono donati dal preparatore Bercigli del museo di Firenze con la indicazione che quel *germe di zanna* era stato raccolto a Bonn, forse perchè allora il Dott. Pohlig era a Bonn e da esso il Bercigli aveva avuto il dentino da modellare.

139 - 140. Due modelli di molari di latte antipenultimi inferiori con una sola radice, sempre e unicamente in questa specie. Gli originali provenienti da Taubach (Sassonia) raccolti nel quaternario medio furono illustrati dal Prof. Pohlig e figurati nella Memoria citata Tav. II bis fig. 4 e 6. Donati dal Prof. Pohlig nel giugno 1911 con l' augurio, per il direttore del Museo geologico, *ad multos annos.*

141. Un ultimo molare inferiore destro, di straordinaria bellezza per le dimensioni e per la bella conservazione.

L' esemplare nella sua maggiore lunghezza misura m. 0,36 ; ma tenendo conto del modo col quale le sue lamine si presentano sulla faccia coronale sarebbe un poco più corto se pure non manca una ultima lamina posteriore come vi ha motivo di dubitare. Le lamine logorate sono dodici compresa la prima anteriore della quale resta soltanto una parte ; vi sono poi altre quattro lamine posteriori che non avevano ancora funzionato e forse ne manca, l' ultima, come ho sopra accennato. La maggiore larghezza della corona corrisponde alla lamina sesta anteriore.

L' avvocato Cantamessa aveva acquistato questo esemplare dal Brilli raccoglitore di fossili Valdarnesi ben noto in Toscana e che assicurò di averlo trovato nei dintorni di San Giovanni ; faceva parte della collezione di vertebrati fossili acquistata pel Museo di Bologna nell' anno 1890.

---

(1) Pohlig Dr. Hans — Dentition u. Kraniologie des Elephas antiquus, Falc. Zweiter Abschnitt. Band. 2 Fig. 1. Halle 1891.

142. Penultimo molare superiore destro con dodici lamine; nella lunghezza di m. 0,19. Le lamine anteriori più larghe misurano da m. 0,70 - m. 0,065. Anche questo esemplare proviene da San Giovanni in Valdarno e faceva parte della collezione Cantamessa.

143. 3° molare superiore destro con quattordici lamine ben distinte ma mal conservate; di ignota provenienza molto dubitativamente di Toscana e forse dal Valdarno.

144. Modello di dente molare superiore di giovane individuo, ben conservato, con undici lamine usate; lunghezza della corona m. 0,140. L' originale si trova nel Museo di Firenze ed è registrato come proveniente dai dintorni di Livorno.

145. Porzione di un dente molare superiore sinistro con nove lamine non usate, tre usate; mancano certamente almeno altre quattro lamine anteriormente. Anche di questo esemplare non si conosce la esatta provenienza nè mi è stato possibile di congetturarla pel modo di fossilizzazione.

146. Porzione mediana di dente molare superiore sinistro; quattro lamine ben conservate e usate, larghe m. 0,023.

Evidentemente questo frammento si riferisce a un individuo adulto colossale e se fosse completo non dovrebbe essere stato inferiore per lunghezza all' esemplare di molare inferiore descritto al N. 141 e cioè: doveva avere una corona lunga complessivamente m. 0,360 - 0,380. Neppure di questo esemplare mi è riuscito di riconoscere la provenienza; certamente non proviene dal Valdarno.

147. Porzione di dente molare inferiore destro assai male conservata e da riferirsi dubitativamente all' *E. antiquus*, Falconer. Interessa soltanto per la ben accertata provenienza da Romagnano (Veneto).

148. Frammento di teschio del quale è necessario di tener conto perchè proveniente dalla collezione di Anatomia comparata e registrato nel catalogo del professore Alessandrini col N. 6141, con la indicazione di averlo avuto dalla Toscana nel luglio 1859.

Si capisce come per questo frammento debba essere assolutamente incerto il riferimento all' *E. antiquus* Falc., piuttosto che all' *E. meridionalis*, Nesti.

149. Ultimo e penultimo molari superiori delle due mascelle delle quali restano porzioni che incassano i denti.

I due penultimi destro e sinistro sono usati e vi si contano nove lamine, gli ultimi molari posteriori spuntano dall' alveolo con le tre prime lamine anteriori appena logorate. Di ignota provenienza esatta ma certamente di Toscana, forse di Val di Chiana.

150. Porzione di mandibola sinistra con due denti incompleti ; donato dal capitano Verri nel 1877 e proveniente da Gioiello. Per lo stato di conservazione, ossia per la fossilizzazione ricorda talmente la porzione di cranio sopra descritta (149) da potere sospettare che i due esemplari provengano da uno stesso giacimento.

151-152. Due porzioni dei primi molari, destro e sinistro, inferiori di giovane individuo. Nella porzione di molare destro (191) si contano ancora otto lamine cominciando dall' ultima posteriore ; del molare sinistro (152) restano solamente sei lamine, ultime posteriori.

I due frammenti furono raccolti fra Pozzuolo e Gioiello presso il lago Trasimeno.

153. Porzione di dente molare inferiore destro, con frammento della mandibola. Fra Pozzuolo e Gioiello.

154. Un bel dente incisivo, o zanna, di m. 2,65 di lunghezza, con una circonferenza di m. 0,55 nella estremità radicolare fu raccolto a Castel Viscardo e donato al Museo dal Principe Federico Spada Veralli nel 1869.

155. Dente molare superiore destro, lungo m. 0,21 con quattordici lamine delle quali le due prime anteriori mutilate e le tre ultime posteriori non ancora usate ; pel resto è ben conservato e per più riguardi può dirsi interessante.

Questo esemplare ho trovato nella collezione già del Museo di Anatomia comparata, catalogato dal professore Alessandrini col N. 531 e dalla nota relativa si rileva che fu « trovato dai contadini nelle colline a breve distanza dalla città (parrocchia della Croara) scavando nello strato di ghiaia che costeggia la strada comunale, nel marzo 1834 ». Il diligentissimo professore ha pure indicato quanto ebbe a pagare per questo fossile e cioè Sc. 1,60, ossia circa lire otto e mezza.

156. Dallo stesso giacimento del pliocene superiore proviene pure un frammento di molare con avanzi di quattro lamine e ghiaiuzze cementate.

L' esemplare interessante per la provenienza si trovava nell' antico Museo di Storia naturale con la seguente nota autografa del professore Bianconi. « Dente fossile « trovato nella Collina della Croara, in luogo detto *Rio delle gioie*, cavato di mezzo « allo strato di ghiaia e sabbia che ivi si trova sovrapposto alle marne turchine (bleu); « dono del Sig. Canonico Garagnani ».

157. Porzione di dente molare superiore forse del Bolognese.

Questo frammento fu portato al Museo nel 1913 e donato dal dott. Giacomo Bersani che assicurò di averlo trovato a Gaibola, ove peraltro non è possibile di pensare che si trovasse *in situ*, poichè vi hanno soltanto gessi del mio-pliocene o strati a Congeria ; quindi da ritenersi come erratico e che ivi fosse stato trasportato d' altronde.

158. Altro frammento di dente molare, con le quattro ultime lamine posteriori non usate e avanzi di una quinta anteriormente, è semplicemente indicato come proveniente da Imola.

159. Modello del 6° molare inferiore destro proveniente dalle ligniti bituminose di Durten al nord di Roppschwillere e conservato nel Museo di Lione.

160. Modello della mascella superiore destra con il 3° e 4° molare di un individuo giovane. L' esemplare originale fu raccolto nei dintorni di Marsiglia e si trova nel Museo di Lione.

ELEPHAS INTERMEDIUS, Jourdan.

161. Modello di un sesto dente molare superiore sinistro raccolto nel letto della *Saone Vaise*, conservato nel Museo di Lione e pel quale il Jourdan pensò di proporre un nuovo nome specifico che ricordasse come quell' elefante partecipasse dei caratteri dell' *E. antiquus* Falc. e dell' *E. primigenius*, Blum.

Sopra una lunghezza di m. 0,360 si contano 27 lamine che ricordano le due specie sopra indicate forse un poco più le lamine dell' *E. primigenius*.

162. *ELEPHAS ARMENIACUS*, Falc.

163. *ELEPHAS TROGONTHERII*, Pohlig.

Nel 1856 il dottor Fabroni di Arezzo donava al Museo di Bologna una porzione di palato di elefante fossile raccolto in Val d' Arno presso Quarata. L' esemplare cui era unito un frammento con inesatta indicazione, veniva descritto dal prof. Alessandrini nel catalogo del Museo di anatomia comparata e registrato col N. 5824. Dal cartellino originale che si trova unito all' esemplare e dal citato catalogo resulta che il professore Alessandrini aveva riconosciuto che l' esemplare al quale sono uniti due bei denti molari mascellari ancora al loro posto, era da riferirsi al genere *Elephas* (*E. fossilis*) e confrontava quei denti con altro illustrato da Cuvier e che si trovava nel Museo di Firenze nel 1861.

Quando U. Falconer venne a trovarmi in Bologna per avermi compagno di escursioni nell' Emilia, nelle Romagne, nel Veneto, in Carnia e nell' Istria, benchè allora si interessasse particolarmente dei preziosi resti di Rinoceronte del nostro Museo, approfittai della bella opportunità anche per una prima revisione dei resti di elefanti. E l' esemplare di Quarata molto interessò il Dottor Falconer che in esso riconosceva un esemplare tipico dell' Elefante che aveva denominato *E. armeniacus*.

Nelle Memorie paleontologiche del grande paleontologo, pubblicate dopo la sua morte non è fatta menzione alcuna di questo esemplare, e da tempo avevo fatto pre-

parare anche fotografie pensando di darne una particolareggiata descrizione; ma nulla era stato fatto quando il Dott. Pohlig fu per alquanti giorni a esaminare e studiare i resti degli elefanti fossili del Museo geologico di Bologna.

La prima notizia, pertanto, relativa a questo esemplare del quale pure mi occupai con quel valente paleontologo, si trova nella sua interessante pubblicazione sull' *Elephas antiquus* Falc. (1).

Il Dott. Pohlig discute lungamente sui caratteri pei quali l' *E. Trogontherii* si avvicina all' *E. primigenius*, all' *E. antiquus* e talvolta perfino all' *E. meridionalis*, riconosce che l' esemplare più importante e più tipico da esso esaminato è questo del Museo di Bologna e ne dà anche una meschina figura ($^1/_6$ dell' originale).

Indubbiamente tutte le notazioni del Pohlig vanno tenute in seria considerazione; qualora si avessero numerosi e ben conservati esemplari provenienti da ben noti giacimenti si potrebbe anche meglio chiarire se si tratti soltanto di transizione dall' *E. antiquus* all' *E. primigenius*, a quest' ultima maggiormente affine, oppure altrimenti.

È degno di nota che in conclusione il Pohlig, trattandosi dell' esemplare di Bologna che il Falconer fino dal 1861 riferiva all' *E. armeniacus*, conguagliandolo con l' *E. Trogontherii* aggiunge un punto interrogativo.

Per il fine e l' indole di questo catalogo, per ora credo opportuno di non dire maggiormente di questo interessante esemplare.

164. Un bello esemplare di dente molare superiore destro proveniente da Ponte di Tresa va pure riferito a questa specie e fino dal 1861 è notato come spettante all' *E. armeniacus*. Vi si contano 14 lamine delle quali la prima incompleta e le ultime posteriori poco logorate. Diametro antero-posteriore m. 0,210; larghezza maggiore m. 0,10.

Il Dott. Pohlig descrive pure questo esemplare che riferisce al suo *E. Trogontherii*; ma, attribuendovi cartellini che certamente erano spostati, dice che si riteneva pliocenico; mentre è da avvertire che il cartellino unito all' esemplare e sul quale è stampato *Elephas armeniacus* essendo in carta color verdolina indica che spetta al pleistocene. Nel nostro Museo i vertebrati fossili del pliocene hanno cartellini di color giallo corrispondente al gamma dei colori per la carta geologica di Europa adottata dal Congresso geologico internazionale di Bologna nel 1881.

ELEPHAS AUSONIUS, Major.

165. Col N. 5825 segnato dal professore Alessandrini sul fossile e nel relativo cartellino, trovasi indicato il destro ramo della mandibola di elefante con un dente mancante, anteriormente, di porzione di due lamine restandone dodici abbastanza ben conservate. Questo esemplare raccolto nel pliocene di Montepulciano fu donato al Museo di Anatomia comparata e veterinaria di Bologna nel 1856.

---

(1) Pohlig. Dr. Hans. — Dentition und Kranologie des *Elephas antiquus*, Falc. Erste Abschnitt. *Halle* 1888.

Il Dottore Forsyth Major visitando il Museo di Bologna trovò il fossile di Montepulciano tra i resti di *E. meridionalis*, ma con un punto interrogativo. Il bravo paleontologo che già tanto si era interessato dei vertebrati del Valdarno e della Val di Chiana credette di riconoscere nel nostro esemplare le caratteristiche della specie che aveva proposto di distinguere col nome di *Elephas ausonius*.

Mancandomi elementi per una seria discussione sul valore da attribuire alla nuova specie distinta dal Prof. Major, per deferenza verso il valente scienziato, benemerito del nostro Museo per doni pregevolissimi, ho pensato di mantenere quella indicazione semplicemente annotandola.

166. Porzione di un dente molare che può considerarsi come la metà posteriore costituita da sette lamine, nessuna delle quali presenta tracce di logorazione, segnato con la etichetta stampata *Elephas antiquus?* Falc. proveniente dal pleistocene del Ponte di Tresa, ancora dubitativamente veniva riferito all' *E. ausonius* del Major. L' esemplare incompleto e mal caratterizzato, lascia dubitare non soltanto per il riferimento specifico ma anche per la esattezza della indicata provenienza.

ELEPHAS PRISCUS, Falconer.

Dall' isola di Candia e precisamente da Grida Avlaci provengono i seguenti resti di elefante fossile ivi raccolti dal professore Vittorio Simonelli, da esso illustrati e poscia donati pel nostro Museo (1).

167. Mandibola con due molari ma disgraziatamente mutilata, minutamente descritta dal Prof. Simonelli e confrontata con l' *E. africanus* e con l' *E antiquus*.

168. *Atlante*. Questa vertebra abbastanza ben conservata ha permesso al Prof. Simonelli di istituire interessanti confronti con la analoga di altre specie particolarmente con l' *E. indicus* e con l' *E. africanus*.

169. *Omero destro*, come i precedenti avanzi descritto e figurato nella citata Memoria del Prof. Simonelli cui ha servito anche per importanti comparazioni con parecchie altre specie per poter concludere della dimensione dell' elefante di Grida Avlaci, che ritiene dovesse essere di m. 2,50 di altezza al garrese e da considerarsi come statura cospicua per un proboscidiano insulare.

170. *Bacino porzione*; porzione di una costola e frammenti di ossa diverse spettanti allo stesso animale, ma di poco interesse paleontologico, sono pure conservati nel Museo con questo unico numero.

---

(1) Simonelli V. — *Mammiferi quaternari dell' isola di Candia*. Memoria seconda. Mem. della R. Accad. delle Scienze dell' Ist. di Bologna. Serie VI. Tomo V. p. 397. Bologna 1908.

ELEPHAS PRIMIGENIUS, Blum.

Dell' Elefante primigenio, il nostro Museo possiede alcuni avanzi che hanno grande importanza per la loro provenienza e per aver fatto parte delle collezioni con le quali fu iniziato il Museo di Storia naturale dell' Istituto delle Scienze di Bologna, fondato dal Generale Conte Luigi Marsigli nel 1714 *ad totius Orbis usum.*

Nell' opera colossale che ha per titolo : *Danubius pannonico-Mysius,* sono descritti e figurati avanzi di elefanti raccolti dal Generale in Transilvania e da esso attribuiti ai Romani che in guerra si giovavano efficacemente di tali animali. *De ossibus elephantorum variis in paludibus repertis qui antiquitus in acie erant ad instar portatilium fortilitiorum.*

Il Marsigli dice di aver avuto da un contadino di Sirmia alcuni denti e vertebre provenienti dalla palude *Julea* in Slavonia interrita dalle piene del fiume Baconsio o Buzuth e dalla Sava e, poichè gli storici parlano di battaglie che ebbero luogo in quella regione, il Marsigli si rende conto della presenza dei resti di elefante in detti luoghi.

Nell' opera citata tali avanzi furono figurati in grandezza naturale e di essi il più importante era senza dubbio la bella mandibola coi due ultimi molari che, nella tavola 31, è rappresentata *naturali forma ac magnitudine,* raccolta da pescatori in una palude del Tibisco poco sopra Romeskanz.

Già nella mia prolusione al corso di geologia e paleontologia nel 1862 ebbi occasione di lamentare che della bella mandibola fino allora altro non mi fosse riescito di trovare fuorchè il cartellino del secolo XVIII, quando il museo era affidato a Giuseppe Monti (2). Per accurate ulteriori indagini mi riescì di trovare tutti i resti elefantini figurati dal Marsigli, ma della mandibola soltanto porzioni.

171. La estremità sinfisaria ancora ben conservata, porzione del ramo destro della mandibola col bellissimo ultimo molare che però era disgiunto dal frammento osseo relativo col quale potei raccordarlo ; nulla del ramo sinistro. Sulla faccia esterna del frammento mandibolare si legge ancora, scritto con inchiostro comune e appena visibile : *Portio maxiliae inferioris elephantis... ex latere dextro* ; questa iscrizione sta ad indicare che quella porzione del ramo mandibolare destro riconosciuta come porzione della mandibola figurata dal Marsigli era da tempo disgiunta dalla porzione mentoniera con la quale va raccordata.

Il più antico catalogo del Museo di Storia naturale che si conserva nel Museo geologico ha per titolo : *Synopsis Musei Mineralium.* Una annotazione in margine della

---

(1) Marsili Conte Ferd. — *Danubius Pannonico-Mysius observationibus geogr. astronom. hydrogr. histori, physicis illustratus. Tomus secundus. Amsterdami MDCCXXVI.*

(2) Capellini G. — *Geologia e Paleontologia del Bolognese. Cenno storico.* Bologna, Tip. del Progresso, 1862.

prima pagina lo indica copiato, probabilmente da Gaetano Monti che nel 1720 intraprese il catalogo generale del Museo sotto la direzione del di lui padre Giuseppe e vi è aggiunto: *Rivisto dal Can.co Trionfetti* (1).

Nel capitolo di detto catalogo col titolo: *Ligna et animalium partes petrificatae* si hanno le seguenti numerazioni che corrispondono a parte delle ossa fossili di elefante figurate dal Marsigli:

N.° 20 *Os Tibiae seu... Elephanti.*
» 21 *Mandibula una elephanti cum dentibus, filo ferreo traiecta.*
» 22 *Vertebra ejusdem in duas partes.*
» 23 *Ossa quœdam ex majoribus non integra num.° tria; Item portiones radicum dentis Elephanti numero quinque videntur petrificatœ.*

Da queste indicazioni che ben corrispondono ai resti fossili dei quali ci occupiamo si ricava che la bella mandibola già era spezzata e legata con filo di ferro, però nulla doveva mancare perchè accennasi *cum dentibus.*

172. La porzione mediana di un dente molare ultimo del lato sinistro mandibolare evidentemente spetta allo stesso esemplare di cui restano soltanto porzioni.

Mancano a questo dente cinque lamine nel lato posteriore e sei anteriormente; restano dodici delle lamine mediane.

Non si può escludere il sospetto che si tratti di porzione dell' altro dente molare figurato dal Marsigli nella Tab. 30 e indicato come proveniente esso pure dalla palude *Hiulca* o *Hiulea* insieme a porzioni di zanne.

173-174-175-176. La porzione di zanna figurata dal Marsigli nella Tab. 30 del Tomo 2 dell' Opera citata era stata particolarmente notata dal Professore Ranzani e, avendola trovata con altre tre porzioni o frammenti di zanna che evidentemente provengono da uno stesso giacimento, non dubito che anche questi resti si debbano ritenere come l'esemplare principale donati dal Generale Marsigli e raccolti nella palude Hiulea in Transilvania.

177. La bella vertebra cervicale; Atlante, figurata in grandezza naturale nella Tab. 28 dell' opera del Marsigli fa parte del prezioso materiale proveniente dalla palude Hiulea e per essa ho pure trovato il cartellino artistico col quale nel secolo XVIII era già segnalata come rimarchevole.

178. Una tibia sinistra ben conservata e con antica indicazione di provenienza dalla palude Hiulea non corrisponde, per le sue estremità, alle figure date dal Mar-

(1) Al canonico Trionfetti il Generale Marsigli nel 1714 aveva affidata la direzione del Museo da lui fondato e questi la tenne fino al 1718 e morì nel 1722. Al Trionfetti succedette Giuseppe Monti aiutato dal figlio Gaetano che finì il catalogo nel 1795 e cioè dopo 75 anni di lavoro.

sigli nella Tab. 29 con la seguente iscrizione: *Os tibiae Elephantinae fibris ac poris suis interius aliquantis per persum repertum in palude prope Fogheras in Transilvania.* Un vecchio cartellino attaccato all' osso ne indica soltanto la dimensione: *Tibia d' elefante lunga piedi due e pollici quattro*; rigorosamente misurata m. 0,65.

179. E per ultimo un misero avanzo di un omero destro pure indicato come proveniente dalla palude Hiulea.

Questi avanzi della donazione Marsigliana si conservano fuori serie nella tribuna dedicata ad Aldrovandi nella quale sono raccolti gli avanzi delle più antiche collezioni con le quali nel secolo XVIII ebbe principio il Museo di Storia naturale dell' Istituto delle Scienze di Bologna.

180. Modello di una mandibola assai bene conservata che si trova nel Museo di Storia naturale di Lione. Da un cartellino affisso a questo modello che il Museo di Bologna deve alla cortesia della Direzione del Museo Lionese si rileva che l' originale fu trovato a Ecully nel 1839. Il Prof. Jourdan aveva riconosciuto questo esemplare come tipico della specie che esso aveva fondata col nome di *Elephas intermedius. Demi lune, route de Brignais à Champagne, Ecully, (Rhône).*

181. Bellissimo modello del sesto molare superiore sinistro che pure si trova nel Museo di Lione. Il cartellino fissato sul modello indica la provenienza dell' originale da *Pont le Veyle* nel 1859.

182. Pure dal Museo di Lione altro modello dell' ultimo molare superiore destro. Il modello fu tratto da un esemplare raccolto a *Psassikon*, ad Est di Zurigo; così dal cartellino del Museo di Lione.

183. Una porzione mediana di dente molare superiore consta di sole otto lamine caratteristiche. Da un cartellino che doveva servire per il numero da attribuire all' esemplare ne fa conoscere la provenienza dalle più antiche collezioni, però non vi ha alcuna indicazione del giacimento. L' esemplare è interessante per la parte radicale ben conservata.

184. Merita appena di essere ricordata altra porzione di dente molare superiore, per la cui provenienza in vecchi cartellini trovai indicato *Gambach?* e più *Gratz in Stiria.*

185. Molare inferiore sinistro di giovane individuo con sole dodici lamine, mancandone forse un paio anteriormente. Raccolto nel diluviale grigio del Bacino di Parigi.

In un periodico di Terra d' Otranto (*Il Cittadino Leccese*), fino dal maggio 1872 il Cavaliere U. Botti annunziava la scoperta di ossa e denti di elefante raccolte due anni prima a Cardamone presso Novoli, circa dodici chilometri da Lecce. L' importante

scoperta era ancora ricordata dal Botti nel 1874 in una breve Nota col titolo: *Scoperta di ossa fossili nella Terra d' Otranto* (1) e in seguito, illustrando la Grotta ossifera di Cardamone faceva meglio apprezzare la importanza dei resti di elefante che riferiva decisamente all' *Elephas primigenius*, proponendo di distinguerlo come varietà, col nome di Var. *hidruntinus* (2).

Il Botti istituiti accurati confronti anche con altri resti di *E. primigenius* scoperti in Italia, accompagnava con figure la descrizione di due molari benissimo conservati e i preziosi esemplari donava al Museo geologico della nostra Università.

186. Un 1° molare superiore sinistro, (*Boll. cit.* Tav. XXVI fig. 1) con undici lamine usate ed una non ancora scoperta fornito di robuste radici fu così determinato dal Botti seguendo Blainville.

187. Altro dente pure proveniente dalla Grotta di Cardamone (fig. 2 Tav. cit.) va riferito all' ultimo di latte o premolare inferiore sinistro. Per le piccole dimensioni il Botti opportunamente confrontò i denti dell' Elefante di Terra d' Otranto con gli elefanti di Malta e con altri resti di *E. primigenius* raccolti in Italia e in Ungheria. Il professore E. Flores che in seguito si interessava dell' elefante primigenio nell' Italia meridionale continentale, ebbe occasione di occuparsi in modo particolare dei denti provenienti dalla Grotta di Cardamone e confrontandoli con il molare di La Loggia insiste e conclude sui loro stretti rapporti e cioè da riferirsi egualmente all' *E. primigenius*, Blum. *var. hydruntinus*, Botti (3).

188. Un bel modello del molare controverso, del quale si interessò in modo particolare il Prof. Portis e che si trova nel Museo di Torino da antica data, mi fu donato dal Prof. Gastaldi con la seguente iscrizione: *Elephas primigenius; nel letto del Po presso Carignano.* Il Flores ha giustamente confrontato quell' esemplare con i classici denti della varietà scoperta dal Botti per l' elefante della Grotta di Cardamone e poichè il Portis ne ha parlato abbastanza diffusamente mi limiterò a ricordare che la sua Nota è anche accompagnata da buone figure (4).

189. Un bel modello di cranio completo con la rispettiva mandibola, tratto dal superbo esemplare completo che si ammira nel Museo di Storia naturale di Bruxelles fu donato al Museo di Bologna dal compianto Prof. E. Dupont. Questo modello provvisoriamente è collocato, fuori serie, nella Sala N.° X nella quale sono conservati avanzi delle più antiche collezioni litologiche in scaffali del Secolo XVIII.

---

(1) *Bollettino del R. Comitato geologico d' Italia.* Anno V. Roma 1874.

(2) Botti U. — La grotta ossifera di Cardamone in Terra d' Otranto. *Bollettino della Società geolog. ital.* Vol. IX. Roma 1891.

(3) Flores E. — L' *Elaphas primigenius*, Blum. nell' Italia meridionale continentale. Bollettino della Società geologica italiana Vol. XXII. 1903.

(4) Portis A. — *Di alcuni avanzi elefantini fossili scoperti presso Torino.* Bollettino della Società geol. ital. Vol. XVII. Roma 1898.

190. Col N. 5827, tra i resti di mammiferi fossili avuti dal Museo di Anatomia comparata, trovai notato come porzione di *tibia* la metà superiore o prossimale che dir si voglia di un bel cubito che, avuto riguardo anche alla sua provenienza, fu attribuito all'*E. primigenius*. Questo esemplare fu raccolto in Val di Chiana presso Frassinetto e dal Dott. Fabroni donato al professore Alessandrini nel 1856. Poichè mi consta di altri avanzi di *E. primigenius* raccolti a Frassinetto, ritengo giusto il riferimento a questa specie.

191-192-193. Tre frammenti di un dente molare, il capo articolare di un femore ed un bello esemplare di astragalo indicati come provenienti da Fontignano sono pure riferiti all' *E. primigenius*; ma per verità questi avanzi lasciano molto da dubitare quanto alla esattezza della determinazione loro, poichè dalle lamine residue del dente si potrebbe invece sospettare che fossero da riferirsi all' *E. antiquus*.

194. Al Prof. Karpinski della Accademia delle Scienze di Pietroburgo il Museo di Bologna è debitore di un bel ciuffo di peli della criniera di un *Elephas primigenius* trovato lungo le rive dell' Jana nella Siberia occidentale.

195. Avanzi vegetali tratti dallo stomaco di un *Mammouth* il cui cadavere fu scoperto nel 1901 sulla riva destra del fiume Berösowka affluente del Kolym nella provincia di Jakutsk in Siberia.

Appena ebbi notizia della importante scoperta, scrissi al professore Karpinski vivamente interessandolo perchè mi procurasse un poco del pasto non digerito del fossile siberiano che doveva contribuire notevolmente a farci conoscere le vere condizioni climatologiche delle regioni abitate dall' *Elephas primigenius* in Asia e in America; in Siberia e nell' Alaska.

Solamente nel 1911, tra i doni che per fausta circostanza ricevevo dall' Europa e dall' America, dall' amico Karpinski ricevevo un bel saggio dei preziosi avanzi vegetali lungamente desiderati e l' amico gentile li accompagnava con uno schizzo di carta geologica e interessanti indicazioni riguardo al giacimento del cadavere i cui resti sono ora conservati nel Museo di Pietrogrado.

L' esame degli alimenti dell' Elefante Siberiano era stato intrapreso dall' accademico Vorognin ma, essendo morto prima di aver fatto conoscere i resultati delle sue indagini, della importante determinazione dei vegetali dei quali si cibavano i Mammouth si incaricò il Prof. S. N. Sukačew.

Un sunto della Memoria pubblicata in proposito si trova nel Bollettino dell' Accademia delle Scienze di Pietrogrado e, da esso, credo opportuno di riferire la lista degli avanzi delle piante finora riconosciute con certezza (1).

---

(1) V. Sukačew N. — Analyse des debris des plantes dans les aliments du Mammouth trouvé près du fleuve Berösowka. *Bulletin de l'Acad. Imp. des Sciences de St. Petersbourg.* VI Serie. fév. 1913.

Alopecurus alpinus Sm. *Beckmannia cruciformis,* Host. *Agrophyrum cristatum,* (L.) Bess. *Hordeum violaceum,* Boiss. et Huet. *Carex lagopina* Wahlenh. *Ranunculus acris* L. *Oxytropis sordida* Wild.; oltre a questi, due muschi *Hyppnum fluitans,* (Dill.) *Aulocomnium turgidum,* (Wahlemb.) determinati da Broterus. Da tali residui emerse la conclusione che l' alimento principale dei Mammouth era fornito da graminacee e che la vegetazione d' allora era identica a quella d' oggi in quella stessa località.

ELEPHAS MELITENSIS, Falconer.

All' illustre paleontologo Paolo Gervais il Museo di Bologna è debitore della bella serie di modelli di questo elefante pigmeo. Tali modelli in parte furono eseguiti espressamente a mia preghiera e per raccomandazione dello stesso Dott. Falconer.

196. Modello di una zanna quasi completa di m. 0,27 seguendo la curva esterna, mancante tutto al più di altri tre centimetri per la lunghezza totale.

197. Due modelli di porzioni della mandibola.

198. Modelli di due porzioni della prima vertebra cervicale (atlante).

199. Modello dell' asse o seconda vertebra cervicale.

200. Modello di una vertebra dorsale. Il corpo di questa vertebra ha un diametro trasversale appena di m. 0,054.

201. Vertebra lombare.

202. Modello di porzione di una costa.

203. Modello di un omero sinistro al quale manca il capo articolare. Lung. m. 0,24.

204. Modello della porzione superiore di un omero destro di dimensioni un poco maggiori del precedente.

205. Modello della porzione inferiore di un piccolo cubito destro.

206. Altra porzione di cubito destro di un esemplare un poco maggiore del precedente.

207. Modello di porzione del bacino.

208. Modello di femore destro mancante delle due estremità.

209. Modello di piccola tibia destra incompleta.

210. Modello della epifisi superiore di una tibia destra.

211. Modello dell' astragalo.

212. Modello del IV metatarso.

213. Modello di una prima falange.

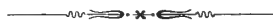
CONCLUSIONE

La collezione dei resti di Elefanti fossili del Museo di Bologna è particolarmente interessante per taluni esemplari che furono oggetto di studio dei più valenti paleontologi, e per altri anche importanti per la loro provenienza; fra questi mi basterà di ricordare quelli donati dal Generale L. Marsigli e che già fecero parte del Museo di Storia naturale di questo Istituto delle Scienze da lui fondato nel 1714.

Nelle diverse parti del mondo si conoscono circa una dozzina di specie di elefanti fossili e di quasi tutte il Museo Geologico di Bologna oggi possiede qualche avanzo o modello.

Oltre i resti Marsigliani che si riferiscono all' *E. antiquus* e all' *E. primigenius*, meritano speciale attenzione i resti di *E. meridionalis* con etichetta di pugno di Cuvier e i bei molari di *E. primigenius*, var. *hydruntinus* Botti della Grotta di Cardamone in Terra d' Otranto che hanno stretti rapporti con il molare raccolto fra Moncalieri e Carignano. E finalmente mi piace di accennare i resti della veste e del cibo dell' elefante primigenio vissuto in Siberia in condizioni climatologiche non diverse da quelle delle quali quella regione gode anche attualmente.

Dell' *E. primigenius* si trovano copiosi e importanti avanzi anche nell' Alaska in condizioni analoghe a quelle dei Mammouth siberiani e il Prof. Osborn e gli altri paleontologi americani hanno concluso che ivi pure le condizioni climatologiche dell' epoca dei Mammouth non fossero diverse dalle attuali. Con questo criterio, coi resti trovati, con le figure lasciateci dai preistorici che vissero contemporaneamente all' *E. primigenius* e certamente contribuirono alla sua estinzione, si è potuto immaginare il Mammouth restaurato coperto di un forte pesante mantello di pelo grossolano con più lunghi peli setolosi.

Di tali restaurazioni piacemi di segnalare, come la migliore a me nota, quella dovuta a Charles R. Knigt eseguita sotto la direzione del Prof. Osborn per il Museo americano di Storia naturale a New York.

SUL CONTEGNO

DI

ALCUNE SOSTANZE ORGANICHE NEI VEGETALI

VIII. MEMORIA

DI

GIACOMO CIAMICIAN E CIRO RAVENNA

letta nella Sessione del 30 Gennaio 1916.

Colle esperienze finora descritte nelle nostre precedenti Memorie (1) abbiamo sempre studiato il contegno dei composti organici nelle piante adulte alle quali le sostanze venivano o inoculate allo stato solido nel fusto o fatte assorbire per la via delle radici. Con entrambi i sistemi abbiamo avuto, in alcuni casi degli indizi in altri si potè dare la prova che facendo assorbire alle piante certe sostanze aromatiche si formano, nell' interno delle piante stesse, i relativi glucosidi.

Ci è sembrato ora interessante di studiare se un simile risultato si fosse ottenuto anche sui semi germinanti. Abbiamo a tal fine prescelto i semi di mais, frumento, fagioli, lupino, veccia; le sostanze sperimentate furono: la saligenina, l' idrochinone, la pirocatechina, l' alcool benzilico, l' acido gallico ed il tannino.

Saligenina. — Questa sostanza, che ci aveva dato colle piante adulte i migliori risultati, venne presa, per le piantine germinanti, in speciale considerazione. Le prove vennero eseguite col lupino, la veccia, il mais ed i fagioli.

Esperienze sul lupino. — Per le prime prove col lupino vennero messi a rigonfiare nell' acqua, il 2 marzo, per 24 ore, alcuni semi e furono quindi posti a germinare su carta da filtro alla luce. A germinazione iniziata, cioè l' 11 marzo, si cominciò a bagnare la carta, sistematicamente, con soluzione di saligenina a 1 per mille. Le piantine però dimostrarono di non sopportare il trattamento, così che dopo 5 giorni accennarono ad appassire. L' esperienza venne perciò abbandonata.

Abbiamo tentato allora di abituare le piantine alla saligenina immergendo i semi, prima della germinazione, per 24 ore, anzichè nell' acqua, nella soluzione di saligenina a 1 per mille e facendoli germinare in presenza della soluzione stessa. La germi-

(1) Queste Memorie, serie VI. tomo 5, pag. 29 (1907-08); serie VI. tomo 6, pag. 109 (1908-09); serie VI, tomo 7, pag. 143 (1909-10); serie VI, tomo 8, pag. 47 (1910-11); serie VI, tomo 9, pag. 71 (1911-12); serie VI, tomo 10, pag. 143 (1912-13); serie VII, tomo I, pag. 339 (1913-14) — Vedasi anche: Rendiconti della R. Accademia dei Lincei, XVIII, 1, 419 (1909); XVIII, 2,594 (1909); XX, 1, 392 (1911); XX, 1, 614 (1911).

nazione si iniziò regolarmente come nell' esperienza precedente, ma alla distanza di pochi giorni, anche in questo caso, le piantine morirono.

Da queste esperienze è dunque risultato che la soluzione di saligenina adoperata, pur non danneggiando l' inizio della germinazione, determina un ostacolo all' ulteriore sviluppo delle giovani piante.

Esperienze sulla veccia. — Con questi semi venne eseguita una sola prova iniziata il 16 marzo colle modalità descritte per la seconda esperienza sui lupini ; cioè vennero immersi nella soluzione di saligenina a 1 per mille, per 24 ore, alcuni semi, che furono posti a germinare alla luce, su carta da filtro bagnata colla soluzione stessa di saligenina. Il risultato fu analogo a quello ottenuto coi lupini ; cioè mentre la saligenina non impedì la germinazione dei semi, determinò in pochi giorni la morte delle piantine.

Esperienze sul mais. — Le esperienze di germinazione col mais vennero eseguite prima in piccolo, poi sopra più larga scala.

Nell' esperienza in piccolo si posero a germinare alcuni semi, alla luce, sopra carta da filtro bagnata con acqua ed a germinazione iniziata si eseguì il trattamento con saligenina a 1 per mille. Le piantine si svilupparono regolarmente senza dare il minimo segno di sofferenza.

Per la prova in grande si adoperò 1 Kg. di semi che vennero posti a germinare su carta da filtro bagnata con acqua, alla luce. L' esperienza venne iniziata il 26 aprile. Quando le piantine avevano raggiunto un certo sviluppo, cioè il 7 maggio, si cominciò a bagnare sistematicamente la carta con soluzione di saligenina a 1 per mille sino al 30 maggio giorno in cui, a germinazione quasi ultimata, le piantine vennero prelevate. La quantità di soluzione fornita complessivamente fu di 5 litri, vale a dire 5 gr. di saligenina. Il peso complessivo delle piantine era di gr. 2800.

Per vedere se dalla saligenina avesse preso origine la salicina, analogamente a quanto avevamo dimostrato per il mais adulto, abbiamo innanzi tutto preparato un estratto acquoso. A tal fine le piantine, lavate con acqua, vennero immerse, senza triturarle, a poco alla volta, per qualche minuto nell' acqua in ebollizione, allo scopo di distruggere gli enzimi che potevano eventualmente determinare la scissione del glucoside. Le piante vennero quindi ridotte a poltiglia estratte con acqua, spremute al torchio ; il liquido acquoso ottenuto fu riunito all' acqua in cui era avvenuta la scottatura e il tutto concentrato a piccolo volume. Il liquido così ottenuto venne estratto ripetutamente con etere allo scopo di spogliarlo della saligenina libera eventualmente esistente. L' estratto etereo si rese alcalino con carbonato sodico e fu estratto di nuovo con etere. Per evaporazione del solvente si ottenne un residuo cristallino misto ad una sostanza oleosa del peso di 1 decigrammo. Dava la reazione della saligenina col cloruro ferrico ; ma in causa della piccola quantità e delle impurezze che l' accompagnavano non si potè ricristallizzare per farne il punto di fusione.

Il liquido alcalino residuo dell' estrazione eterea venne acidificato con acido solforico ed estratto di nuovo con etere per vedere se una parte della saligenina fosse

stata ossidata ad acido salicilico. L' estratto, in piccolissima quantità, diede però col cloruro ferrico, una colorazione incerta.

Allo scopo di vedere se nel liquido primitivo dal quale venne estratta la saligenina, si trovasse un glucoside simile alla salicina, si riscaldò all' ebollizione fino ad eliminare l' etere e vi si aggiunse, dopo raffreddamento, un poco di emulsina. Dopo 24 ore di riposo il liquido venne estratto con etere; l' estratto etereo, disciolto in acqua, fu reso alcalino con carbonato sodico e nuovamente estratto con etere. Per evaporazione del solvente si ottenne un residuo cristallino che, seccato nel vuoto, pesava gr. 0,2. Dava la reazione della saligenina e ricristallizzata dal benzolo fondeva a 86° che è il punto di fusione, dato dagli autori, per la saligenina.

Il liquido alcalino residuo di quest' ultima estrazione venne acidificato con acido solforico ed esaurito con etere. Si ottenne un residuo sciropposo che sciolto in acqua e trattato con cloruro ferrico diede una colorazione che non ci indicò con nettezza la presenza dell' acido salicilico.

Dalle esperienze sul mais risulta dunque che facendo assorbire la saligenina per la via delle radici alle piante germinanti, si forma la salicina, analogamente a quanto abbiamo osservato inoculando la stessa sostanza nel fusto delle piante adulte.

Esperienze sui fagioli. — Anche coi fagioli si eseguì dapprima una prova in piccolo, poi delle esperienze su più larga scala.

Per la prova in piccolo si posero il 2 marzo a germinare, alla luce, alcuni semi, su carta bagnata. A germinazione iniziata, cioè l' 11 marzo, si cominciò ad innaffiare sistematicamente con soluzione di saligenina a 1 per mille. Le piantine, che si erano conservate in ottimo stato, vennero prelevate il 25 marzo. Si immersero per qualche minuto nell' acqua bollente allo scopo di distruggere gli enzimi, quindi le piantine triturate vennero poste a digerire nello stesso liquido che fu filtrato ed esaurito con etere. Per evaporazione del solvente si ottenne un residuo che disciolto in acqua dava debolmente la reazione della saligenina.

Il liquido residuo dell' estrazione eterea venne liberato dall' etere quindi trattato con un poco di emulsina. Dopo 24 ore si esaurì di nuovo con etere e si ottenne un estratto che, sciolto in poca acqua, dava col cloruro ferrico, intensamente la reazione della saligenina.

Ciò prova che anche nell' esperienza coi fagioli germinanti si trovava, accanto a una traccia di saligenina libera, una certa quantità di salicina.

Per stabilire il rapporto fra la saligenina rimasta libera e quella combinata, si pose a germinare alla luce, il 29 marzo, su carta da filtro bagnata, 1 Kg. di fagioli. A germinazione avanzata, cioè il 20 aprile, si cominciò ad innaffiare sistematicamente le piantine con soluzione di saligenina a 1 per mille, fino al 13 maggio, giorno in cui le piantine furono prelevate. La quantità totale di soluzione somministrata fu di 10 litri, pari a gr. 10 di saligenina. Le radici vennero lavate e asciugate fra carta. Il peso totale delle piantine era di gr. 2200.

Il materiale venne ridotto a poltiglia e messo a digerire in acqua fredda; la

massa torchiata, concentrata nel vuoto a piccolo volume ed il liquido estratto ripetutamente con etere. L' estratto etereo venne sciolto in acqua, filtrato, reso alcalino con carbonato sodico e nuovamente estratto con etere. Per evaporazione del solvente si ottenne un residuo cristallino del peso di gr. 0,3. Esso dava la reazione della saligenina col cloruro ferrico e cristallizzato dal benzolo fondeva a 86° (saligenina). Il liquido alcalino dal quale venne estratta la saligenina libera fu acidificato con acido solforico e nuovamente estratto con etere. Si ottenne un residuo sciropposo che dava col cloruro ferrico la reazione dell' acido salicilico.

Il liquido primitivo dal quale era stata estratta la saligenina libera, venne trattato, dopo evaporazione dell' etere con un poco di emulsina e lasciato in riposo per 24 ore. Si estrasse quindi con etere e seguendo il procedimento precedente si ottenne, dall' estratto reso alcalino, un piccolissimo residuo che dava appena la reazione della saligenina e dall' estratto acido, un residuo cristallino (gr. 0,1) che, sciolto in acqua, dava col cloruro ferrico la reazione dell' acido salicilico.

Questa esperienza ci ha dato dunque un risultato alquanto diverso da quello ottenuto nella prova in piccolo, nella quale si ritrovò soltanto una traccia di saligenina libera e una quantità notevole di glucoside, mentre nell' esperienza in grande la quantità di saligenina allo stato di glucoside fu esigua e relativamente rilevante quella libera.

Abbiamo ritenuto che la causa di questa contraddizione fosse da ricercarsi nelle condizioni in cui venne preparato l' estratto acquoso delle piante, cioè nel primo caso a caldo, nel secondo a freddo. La digestione a freddo avrebbe quindi permesso agli enzimi delle piante di scindere il glucoside. Per dare la prova di questa supposizione abbiamo ripetuto l' esperienza coi fagioli e questa volta tanto alla luce, come al buio.

Per l' esperienza alla luce si pose a germinare, il 18 giugno, mezzo Kg. di fagioli.

Il 22 giugno, a germinazione iniziata, si cominciò a bagnare sistematicamente i semi con soluzione di saligenina a 1 per mille. Le piantine vennero prelevate il 5 luglio dopo aver loro somministrato, complessivamente, 10 litri di soluzione. Il peso totale delle piantine era di gr. 1450. Con esse venne preparato un estratto acquoso ponendole prima, senza triturarle, nell' acqua in ebollizione. Seguendo quindi il metodo precedentemente descritto si ottenne una piccolissima quantità di saligenina libera riconosciuta alla reazione col cloruro ferrico, ma che non potè essere cristallizzata. Per trattamento con emulsina si ottennero gr. 0,2 di residuo cristallino che cristallizzato dal benzolo fondeva a 86° ed era quindi costituito da saligenina proveniente da un glucoside. Tanto dall' estratto diretto, come da quello ottenuto dopo il trattamento coll' emulsina si ebbe la reazione dell' acido salicilico.

L' esperienza al buio venne iniziata il 4 luglio, anch' essa sopra mezzo Kg. di semi. La quantità totale di saligenina somministrata dal 9 luglio, giorno in cui si cominciò l' innaffiamento, al 25 luglio, giorno della raccolta, fu di gr. 8. Le piantine pesavano gr. 2325. Il risultato fu analogo al precedente; si ottenne cioè una piccolissima quantità di saligenina libera ed una quantità più rilevante (gr. 0,2) di sali-

genina combinata allo stato di glucoside. Anche in questo caso si ebbe la reazione dell' acido salicilico tanto nell' estratto diretto, come dopo l' aggiunta di emulsina.

Queste ultime prove dimostrano che la saligenina si trovava nelle piantine germinanti per la maggior parte allo stato di glucoside. Non si può anzi escludere che tutta la saligenina fosse contenuta in tale stato poichè è verosimile che la piccola quantità trovata libera fosse dovuta a traccie della sostanza rimaste aderenti alle radici.

Alcool benzilico. — Con questa sostanza si eseguì dapprima un' esperienza in piccolo sopra il mais ed i fagioli allo scopo di vedere se i germogli sopportavano il trattamento senza soffrire. Si posero a tal fine in due germinatoi, il 27 aprile, rispettivamente 20 semi di fagioli e 20 di mais. Il 7 maggio si cominciò ad innaffiare i germogli con una miscela di 1 gr. di alcool benzilico in 1 litro d' acqua fornendo, in 10 giorni, gr. 0,5 di sostanza. Alcuni giorni dopo il trattamento esalava dal germinatoio un grato odore che ricordava quello dei fiori di datura. Le piantine non mostrarono di soffrire affatto. L' esperienza venne perciò ripetuta in grande, sui soli fagioli.

Si pose a tal fine a germinare su carta da filtro, il 25 maggio, mezzo Kg. di fagioli. Dopo una settimana si cominciò ad inaffiare con alcool benzilico a 1 per mille. Il trattamento durò dal 2 al 22 giugno fornendo complessivamente gr. 12 di sostanza Il peso delle piantine, al momento della raccolta, era di gr. 1900. Le piantine, dopo lavate ed immerse per qualche minuto nell' acqua bollente, vennero estratte con acqua; il liquido acquoso si concentrò nel vuoto a piccolo volume e si estrasse ripetutamente con etere. Per evaporazione del solvente si ottenne un residuo oleoso che venne trattato con carbonato sodico diluito e nuovamente estratto con etere. Per identificare nell' estratto l' alcool benzilico, abbiamo tentato di trasformarlo in acido benzoico ossidando colla miscela di Beckmann, col procedimento altrove descritto. Si ottenne una piccolissima quantità di prodotto dal quale non si potè avere alcun indizio della presenza di acido benzoico. Ciò era del resto prevedibile poichè l'alcool benzilico eventualmente rimasto libero sarà stato trascinato col vapore nella distillazione.

Per vedere se nelle piante si fosse formato dell' alcool benzilico un corpo di natura glucosidica, si fece bollire per mezz' ora, con acido cloridrico diluito il liquido residuo dell' estrazione eterea primitiva. Dopo raffreddamento si estrasse con etere, il residuo venne reso alcalino con carbonato sodico ed estratto di nuovo. L' estratto etereo oleoso venne bollito per mezz' ora colla miscela di Beckmann e il prodotto si estrasse con etere. Per evaporazione del solvente si ebbe un piccolissimo residuo oleoso che seccato nel vuoto, solidificò in cristalli bianchi. Abbiamo tentato di ricristallizzarli dall' acqua, ma si ottenne una quantità così piccola di prodotto da non poterne determinare il punto di fusione. Abbiamo perciò cercato di identificarlo mediante il trattamento con carbonato sodico diluitissimo e cloruro ferrico. Si ottenne un precipitato carnicino che ci indicò la presenza di acido benzoico.

Da questa esperienza è perciò risultato che nei semi germinanti trattati coll' alcool

benzilico si è formata una traccia di un composto che dà alcool benzilico per ebollizione con acido cloridrico. Ciò analogamente a quanto fu da noi altra volta riscontrato per inoculazione dell' alcool benzilico nel mais e per inaffiamento dei fagioli adulti colla stessa sostanza.

Idrochinone. — Anche coll' idrochinone si eseguì prima un' esperienza in piccolo, poi una su più larga scala. Per la prova in piccolo si sperimentò il mais ed i fagioli. Si posero a tal fine a germinare il 27 aprile, rispettivamente 20 semi di mais e 20 di fagioli. Il 7 maggio si cominciò ad innaffiare i germogli con soluzione di idrochinone a 1 per mille. Le piantine di mais dimostrarono alcuni giorni dopo il trattamento, qualche sofferenza mentre quelle di fagioli si svilupparono in modo normale.

Fu perciò eseguita l' esperienza in grande sui fagioli. Si pose a tal fine il 25 maggio a germinare alla luce mezzo Kg. di semi e dopo una settimana si cominciò a innaffiare sistematicamente colla soluzione di idrochinone a 1 per mille. Le piantine vennero raccolte il 18 giugno e pesavano gr. 2200. La quantità totale di idrochinone somministrata fu di gr. 12

Le piantine, dopo lavate ed immerse per qualche minuto nell' acqua bollente, vennero triturate, estratte con acqua ed il liquido acquoso concentrato nel vuoto a piccolo volume. Il residuo si estrasse con etere l' estratto etereo sciropposo fu reso alcalino con carbonato sodico ed il liquido estratto nuovamente con etere. Per evaporazione del solvente si ottenne un residuo del peso di un decigrammo costituito da un miscuglio di cristalli bianchi e neri, probabilmente idrochinone e chinidrone. Per cristallizzazione da molto benzolo si ottennero cristalli bianchi fondenti a 169° (idrochinone).

Per vedere se, come nei casi precedenti, si fosse anche qui formato un composto di natura glucosidica, si aggiunse al liquido residuo dell' estrazione primitiva, dopo avervi eliminato l' etere, un poco di emulsina. Lasciato 24 ore in riposo, il liquido venne nuovamente estratto con etere. Evaporato il solvente si ottenne un piccolissimo residuo da cui nulla si potè isolare.

Allo scopo di vedere se l' idrochinone avesse formato un composto non scindibile dall' emulsina, ma bensì dall' acido solforico, abbiamo fatto bollire per mezz' ora il residuo dell' estrazione con acido solforico diluito ed abbiamo nuovamente esaurito il prodotto con etere. Per evaporazione del solvente rimase una piccola quantità di cristalli che, ricristallizzati dal benzolo fondevano a 169°. Erano quindi costituiti da idrochinone.

Questa esperienza ha dunque dimostrato che dall' idrochinone si è formato nella pianta un composto probabilmente di natura glucosidica, simile all' arbutina, non idrolizzabile dall' emulsina, ma scindibile dall' acido solforico diluito a caldo.

Pirocatechina, acido gallico, tannino. — Colla pirocatecina si sperimentò il mais ed i fagioli. Le prove eseguite trattando i semi germinanti con soluzione di pirocatechina a 1 per mille dimostrarono però che tale sostanza è tossica, tanto che pochi giorni dopo il trattamento, le piantine erano perite.

Le esperienze coll' acido gallico e il tannino furono eseguite sui semi di lupino, di frumento e di veccia, che vennero posti a germinare a contatto delle soluzioni a 1 per mille. La germinazione avvenne regolarmente per tutti i semi sia se trattati con acido gallico, sia con tannino. Quelli con acido gallico però dimostrarono dopo alcuni giorni evidenti segni di sofferenza ed in breve morirono. Relativamente al tannino, perirono in breve quelli di lupino, mentre continuarono a svilupparsi, ma assai stentatamente, i semi di veccia e di frumento.

In causa della manifesta tossicità di queste sostanze, abbiamo rinunziato ad istituire esperienze su larga scala.

Anche con piante germinanti che devono vivere a spese delle riserve avviene la formazione dei glucosidi così come introducendo le sostanze nelle piante adulte sia per mezzo dell' inoculazione, sia per l' assorbimento dalle radici.

Mentre che volendo sperimentare quantità forti di sostanze è opportuno seguire il metodo dell' inoculazione, per esperienze in cui non siano richieste grandi quantità si raccomanda il sistema dei semi germinanti perchè il materiale da esaminare è meno ingombrante mancando le parti legnose.

Operando colle piante germinanti si rende più facile lo studio dei fenomeni in assenza della luce ed è così che si è potuto osservare la formazione della salicina al buio dimostrando che nella genesi dei glucosidi la luce non è necessaria. Il fatto poi che la salicina si sia prodotta nelle piante che non potevano assimilare non è conforme alla supposizione di alcuni autori secondo i quali i glucosidi sarebbero materiali di riserva, perchè si formano in piante che, crescendo al buio, non possono contenere quantità eccedenti di glucosio. Ma con questo non è detto che le sostanze aromatiche che si riscontrano libere o come glucosidi nelle piante siano da considerarsi soltanto come materie di rifiuto come vorrebbe segnatamente A. Pictet. Secondo noi appare più probabile che le sostanze che sembrano accessorie abbiano la loro funzione sebbene questa rimanga ancora, nella maggior parte dei casi, sconosciuta. Anzi, su questo importante argomento intendiamo di ritornare quando ci sarà possibile eseguire delle appropriate esperienze.

RICERCHE SULL' INCROCIAMENTO DEL GALLUS SONNERATI CON POLLI DOMESTICI

MEMORIA

DEL

Prof. ALESSANDRO GHIGI

letta nella Sessione del 16 Gennaio 1916.

(CON UNA TAVOLA)

SOMMARIO

I. Impostazione del problema.

CARLO DARWIN scrive nella Variazione degli animali e delle piante allo stato domestico (1): «Il *Gallus sonnerati* fu riguardato per lungo tempo come lo stipite delle nostre razze domestiche, prova che egli se ne avvicina molto per la sua generale conformazione, ma le sue penne lanceolate consistono di lamine cornee particolarissime, trasversalmente rigate da tre colori, carattere che a mia conoscenza non fu osservato in alcuna razza domestica. Questa specie differisce anche molto dalle nostre razze comuni per la sottile seghettatura della sua cresta, e per la mancanza di vere penne lanceolate sulle reni. La sua voce è affatto diversa. Esso s'incrocia facilmente colla gallina dell'India. Il BLYTH ha ottenuto un centinaio di pulcini meticci, ma erano molto delicati e perirono quasi tutti giovani. Quelli che si poterono allevare, restarono affatto sterili tanto fra di loro che con l'uno e l'altro dei due genitori. Alcuni meticci della stessa origine, allevati nel Giardino Zoologico, non si sono mostrati affatto infecondi. Il DIXON m'informa che secondo alcune ricerche da lui fatte su questo soggetto, col concorso di YARRELL, sopra una cinquantina di

(1) Trad. ital. di G. Canestrini, Torino, Unione Tip. Editr. pp. 204-205.

uova siensi ottenuti soli cinque o sei pulcini; alcuni di questi meticci, incrociati di nuovo con un loro parente, un bantam, hanno dato qualche pulcino, estremamente debole. Degli incrociamenti simili, operati nei diversi modi dal DIXON, gli hanno dato dei prodotti più o meno fecondi. Lo stesso accadde delle esperienze che furono intraprese su larga scala nel Giardino Zoologico. Sopra cinquecento uova prodotte dagli incrociamenti svariati tra i *G. sonnerati*, *bankiva* e *varius* non si sono ottenuti che dodici pulcini, dei quali tre o quattro provenivano da ibridi accoppiati *inter se*. Questi fatti, aggiunti alle differenze rimarcate e di cui abbiamo parlato sopra tra il gallo domestico ed il *G. sonnerati*, devono dunque farci abbandonare l'opinione che quest'ultima specie sia il ceppo di qualche razza domestica ».

E più innanzi (p. 209):

« In queste indagini sulla provenienza delle razze domestiche da una specie unica, il *G. bankiva*, o da molte, non bisogna nè sconoscere, nè esagerare l'importanza degli argomenti desunti dalla fertilità. La maggior parte delle nostre razze sono state sì spesso incrociate, e i loro meticci furono tenuti in tanta copia, che è quasi impossibile che il minimo grado di infecondità abbia potuto passare inosservato. D'altra parte noi abbiamo veduto che le quattro specie conosciute di *Gallus*, incrociate fra loro, oppure, ad eccezione del *G. bankiva*, colle razze domestiche, hanno dato dei meticci infecondi ».

Infine (p. 215):

« Noi possiamo dunque conchiudere che non solo la razza pugnace, ma tutte le altre razze, provengono dalla varietà malese o indiana del *G. bankiva* ».

Questi argomenti del DARWIN tendenti ad escludere la partecipazione del *G. sonnerati* alla origine delle razze domestiche, ed altri tendenti a provare la monogenesi di queste dal *G. gallus* L. (*ferrugineus* GM; *bankiva* TEMM.) hanno fatto prevalere il concetto monogenetico, accolto poi nei trattati di Zootecnia, Zoologia ed Avicoltura come fatto provato.

Fino dal 1907 (1), accennai alla possibilità della origine di talune razze domestiche di polli da ibridi del *bankiva* con altre specie, e particolarmente col *sonnerati*, ma ponevo in rilievo la difficoltà di poter sperimentare, data la enorme diversità di clima e di ambiente, la quale rende molto difficile l'acclimazione fra noi degli esemplari di *G. sonnerati* importati.

È evidente che quand'anche non si possa provare che determinate razze domestiche derivino esclusivamente dal *G. sonnerati*, il problema della loro variazione acquista valore assai diverso quando sia stabilita l'origine poligenetica, giacchè in questo caso molte presunte mutazioni delle razze domestiche sarebbero spiegate dal comportamento ereditario di caratteri incrociati.

Nel 1912 ho dato un primo contributo alla soluzione del problema, riferendo (2) come un ibrido *sonnerati* × *gallus* fosse risultato completamente fecondo colla specie che nella sua produzione aveva funzionato come madre.

---

(1) Ghigi A. — Sulla poligenesi dei piccioni domestici. Rend. R. Accad. Lincei, Cl. Sc. fis. mat. nat. Vol. 17, ser. 5, fasc. 5, pp. 271-276, 1908.

(2) — Contro la monogenesi dei polli domestici dal *Gallus bankiva* Temm., Rend. R. Accad. Scienze Bologna. Anno 1911-1912, pp. 1-4, 1912.

Nel successivo triennio ho voluto allargare le esperienze in modo da potere risolvere in maniera precisa la questione della fertilità fra gli ibridi del *Gallus sonnerati* con *G. bankiva,* giacchè se le conclusioni del DARWIN sono assolute, non sono per altro privi di qualche contraddizione e di non poche incertezze gli esperimenti sui quali egli si è fondato.

II. Materiale e metodo.

La prima coppia di *Gallus sonnerati* che io ho posseduto, fu da me acquistata nel 1908 dal negoziante di Marsiglia, RAMBAUD; era una coppia che non aveva ancora vestito l'abito adulto. Giunse il luglio; passò in buona salute l'estate, sciolta in un piccolo giardino chiuso da muro in Rimini: alla metà di settembre fu posta in una voliera della mia villa a Bologna, ma la femmina rapidamente morì e dopo un mese, alla fine di ottobre, morì anche il maschio.

Nel 1910 acquistai a Vienna un maschio adulto che superò l'inverno, chiuso in una stanza; riprodusse nella primavera del 1911 con una gallina comune entro un vasto gabbione di 616 metri di superficie; nel 1912 riprodusse prima con una gallina bantam di tipo bankiva perfetto, entro una ordinaria voliera da fagiani; poi fu lasciato in libertà completa, ma divenuto eccessivamente molesto pel suo carattere battagliero, dovetti rinchiuderlo nuovamente: si ammalò l'anno dopo nelle vie respiratorie e morì nell'autunno del 1913.

Nel 1912 acquistai dal sig. OLLIVRY, allevatore francese, un gallo nato presso di lui nel 1911 da coppia importata: questo fu lasciato in libertà, e mi permise di constatare che questa specie facilmente si associa alle galline comuni nei dintorni delle abitazioni: fu questa osservazione che mi indusse a lasciar libero l'esemplare adulto di Vienna, il quale poi scacciò il giovane che fu disperso, probabilmente divorato da un animale da preda, in una notte turbata da grande uragano.

Nel 1913 dallo stesso sig. OLLIVRY ottenni un gruppo di un gallo e due galline importate: erano i riproduttori dai quali egli aveva allevato molti esemplari e se ne disfaceva volontieri per la loro estrema selvatichezza. Questi esemplari hanno superato l'inverno in voliera ed hanno riprodotto abbondantemente in gabbia di 150 metri di superficie, ma io non sono riuscito ad allevare neppure un piccolo. I pulcini nascevano robusti e svelti, mangiavano abbondantemente, ma dopo tre o quattro giorni di vita venivano colpiti da diarrea, ed in poco tempo morivano. Si tratta di un mio insuccesso personale, giacchè il sig. OLLIVRY ha al contrario allevato con grande facilità numerosi prodotti, nati da quel gruppo originario.

È certo che quando il *G. sonnerati* è stato in libertà, esso ha coperto numerose galline bantam, ma poichè non era possibile identificare la madre di ciascun pulcino, io non ho tenuto conto di alcuni ibridi nati in questo modo e che, appartenendo al sesso femminile, non offrivano particolarità degne di rilievo.

Le galline comuni accoppiate col gallo *sonnerati* di Vienna, e dalle quali ho ottenuto ibridi sono state:

1°: una gallina proveniente dall'incrocio di gallo Padovano dorato e combattente nana, della quinta generazione (F_5) e che è indicata col N. 76 nel mio lavoro sull'eredità dell'ernia cerebrale nei polli in correlazione ad altri caratteri (Archiv. Zool, Napoli vol. 8 p. 66, 1914). Tale gallina era di colore fulvo molto scarsamente macchiata di nero, ed aveva ciuffo ed ernia cerebrale poco sviluppati;

2°: una gallina bantam, per fattezza e colore perfettamente identica alla tipica *bankiva* selvaggia. Tale gallina mi era stata favorita dal Prof. GIACINTO MARTORELLI, Direttore del Reparto Zoologico dei Giardini Pubblici di Milano, dove da molti anni si alleva questa razza di polli.

I galli ibridi hanno poi riprodotto:

1°: con una gallina proveniente dall'incrocio padovano × combattente suddetto, di 2ª generazione; senza ernia, con poco ciuffo, bianca picchiettata di nero.

2°: con una gallina combattente birchen (nera colle penne lanceolate del collo marginate di bianco), di razza pura.

Le serie di incroci che io ho potuto ottenere dal 1911 ad oggi sono state le seguenti, nelle quali **S** = *sonnerati* e **G** = *Gallus gallus* tipici o di razze domestiche. Il nome paterno precede sempre quello materno.

1. $\mathbf{S} \times \mathbf{G}$ (F_1 ed F_2) . contenente di *sonnerati* 50 %
2. $(\mathbf{S} \times \mathbf{G}) \times \mathbf{G}$ . . . . » 25 %
3. $(\mathbf{S} \times \mathbf{G}) \times \frac{(\mathbf{S} \times \mathbf{G})}{\mathbf{G}}$ . . . . » 37,50 %
4. $\mathbf{G} \times \Big((\mathbf{S} \times \mathbf{G}) \times (\mathbf{G})\Big)$ . . . . . . » 12,50 %
5. $(\mathbf{S} \times \mathbf{G}) \times \left((\mathbf{S} \times \mathbf{G}) \times \frac{(\mathbf{S} \times \mathbf{G})}{\mathbf{G}}\right)$ . . » 43,50 %
6. $\mathbf{S} \times (\mathbf{S} \times \mathbf{G})$ . . . . » 75 %
7. $\mathbf{S} \times \frac{(\mathbf{S} \times \mathbf{G})}{\mathbf{G}}$ . . . . » 62,50 %
8. $(\mathbf{S} \times \mathbf{G}) \times \mathbf{S}$ . . . . » 75 %

Nessun prodotto delle serie sesta e settima ha raggiunto lo stato adulto; delle serie terza, quinta ed ottava ho coppie adulte dalle quali confido di poter ritrarre nella primavera prossima prodotti della generazione F_2.

Qualcuno obbietterà forse che io avrei dovuto fare serie meno complicate, e cercare di ottenere subito le seconde generazioni dai reincroci. Rispondo che questo sarebbe stato il mio desiderio, ma le malattie per gli esemplari chiusi, e gli animali da preda per quelli liberi, mi sono stati di serio ostacolo; in questo genere di esperienze è necessario fare quel che si può e non quel che si vorrebbe. Gli uccelli esotici e selvatici offrono tali difficoltà che bisogna provare per credere, e chi non mi crede provi!

III. Le penne squamose del *Gallus sonnerati.*

Gli ornitologi hanno rilevato come il *Gallus sonnerati* abbia penne di struttura tutta particolare. La rachide appare ingrossata ed espansa in una specie di squama, la quale è per solito di colore diverso e, per l'assenza di barbe, produce un effetto caratteristico quale si otterrebbe se una pennellata di vernice o di lacca fosse passata sulla penna.

Non mi consta tuttavia che queste penne speciali abbiano formato oggetto di osservazione accurata e minuta, cosicchè io credo non privo di interesse fermarmici sopra, molto più che la stessa omologia delle porzioni squamose può essere diversamente interpretata.

Nel *Gallus sonnerati* adulto i seguenti gruppi di penne portano espansioni squamiformi.

1°, copritrici delle ali e scapolari;

2°, penne bordeggianti il sopracoda;

3°, penne dei fianchi;

4°, penne lanceolate del collo.

Tra le copritrici delle ali, quelle che hanno espansioni più estese sono le più grandi tra le mediane, mentre le maggiori copritrici hanno una espansione molto ridotta e le più piccole, che rivestono il bordo dell' ala, ne sono prive. Tra le scapolari ne sono provviste le posteriori contigue alle copritrici, mentre le anteriori che sono a contatto colle penne del dorso sono normali.

Esaminiamo le grandi copritrici. Quelle che ricoprono la base delle prime remiganti secondarie sono normali, ma quelle che rivestono le ultime e le terziarie hanno, su fondo grigio ferro cangiante in violaceo e spruzzato di bruno, una stria longitudinale mediana paglierina nella metà basale, che passa all'arancione nella metà terminale. Questa stria è in massima parte limitata alla rachide, la quale si allarga verso la estremità fino a raggiungere un millimetro di larghezza, in luogo di assottigliarsi e terminare come una barba.

Nelle copritrici mediane la rachide comincia a dilatarsi verso la metà della penna e rapidamente si trasforma in una specie di grossa spatola, larga fino a cinque millimetri nelle penne maggiori. Nelle altre si hanno le stesse proporzioni. L'espansione è quasi sempre tagliata longitudinalmente in due o tre pezzi, per effetto dell' uso: in molti casi, specialmente nelle scapolari, è contornata da una frangia filamentosa. In alcune delle piccole copritrici essa porta ancora barbe, mentre nella quasi totalità delle penne, alla maggiore dilatazione non corrispondono barbe.

Le penne dilatate dei fianchi sono poche: la rachide s'ingrossa ad un terzo dell'apice, poi si restringe e poi torna ad allargarsi di nuovo, terminando con frangia di barbe. Abbiamo dunque una strozzatura nell'espansione, la quale è complessivamente sottile e di forma irregolare: ma la lente permette di riconoscere un fatto interessante e cioè che nella regione della strozzatura vi sono barbe che partono dall'apice della prima espansione e raggiungono la base della seconda, in modo tale da far ritenere che la squama non sia dovuta ad una semplice dilatazione della rachide, ma ad una fusione delle barbe, la qual

cosa è corroborata dal fatto che le barbe costituenti la frangia terminale partono dall'estremità della porzione squamosa.

Le penne del sopracoda sono dello stesso tipo, colla differenza che le strozzature sono due e la porzione squamosa risulta costituita da triplice dilatazione. In questa è frequente un altro fatto: la rachide appare in alcuni tratti divisa longitudinalmente in tre parti costituendosi ai lati dello stelo centrale due piccoli specchi allungati, irregolari e diseguali, contenenti un tratto di barba.

L'alternanza di porzioni di barbe libere con espansioni squamiformi raggiunge il suo massimo sviluppo nelle penne lanceolate del collo, dove essa è in correlazione colla macchiatura. È noto che in queste penne tre macchie trasversali bianche o paglierine sono separate da macchie nere vellutate: le prime colorano le porzioni squamose, mentre le altre colorano i tratti nei quali le barbe sono libere.

Queste osservazioni dimostrano come le penne squamose del *Gallus sonnerati* debbano la loro particolarissima struttura tanto a dilatazione della rachide, quanto a parziale fusione di barbe fra loro e colla rachide stessa: tale fusione poi è così completa da non permettere di distinguere nelle porzioni squamose il territorio spettante alla rachide, da quello spettante alle barbe.

Ed ora dirò qualche cosa circa l'epoca di comparsa delle penne squamose.

In primo luogo le penne squamose appartengono soltanto al maschio: la femmina ha sulle ali strie longitudinali paglierine, ma la rachide è assolutamente normale. Si tratta quindi di carattere sessuale secondario.

Le penne squamose appaiono soltanto nell'abito di adulto ed in diversa successione: prima sorgono quelle delle spalle, mentre quelle dei fianchi e del sopracoda sono le ultime. Soltanto nella muta che ha luogo nel secondo anno di vita le penne squamose raggiungono il loro massimo sviluppo: negli esemplari di un anno esse sono molte più piccole.

Le penne squamose del collo appartengono soltanto all'abito di nozze: sono sostituite nell'abito estivo da penne di struttura normale. Si verifica dunque nel *Gallus sonnerati*, come nel *G. gallus*, la perdita delle penne lanceolate, ma a questa si aggiunge la perdita delle squame. Si possono dunque considerare come un carattere transitorio, come un dimorfismo di stagione.

IV. Descrizione delle serie incrociate.

F_1

Dall'accoppiamento del *Gallus sonnerati* puro con gallina di tipo *gallus*, ottenni quattro pulcini, su cinque uova deposte, i quali raggiunsero tutti lo stato adulto e risultarono 3 maschi ed una femmina.

I pulcini avevano l'aspetto dei piccoli sonnerati puri: fulvi, colle parti inferiori bianchicce, le ali sfumate di castagno, una stria marrone sull'occipite ed altra sulla linea me-

diana dorsale nonchè due redini posteriormente agli occhi, color marrone-scuro: due strie giallastre ai lati della dorsale scura: becco e zampe gialle.

Uno di questi pulcini aveva il gozzo ed il petto leggermente sfumati di nerastro: adulto risultò maschio a caratteri esclusivamente di *gallus*.

Gli altri 3 vengono descritti quì sotto.

♂♂ — Penne lanceolate del collo rosso arancio colla base bruno-nera e con una macchia nera preapicale. La rachide, prima e dopo la macchia nera, è leggermente ma pur manifestamente incrassata e di colore più chiaro che non le barbe circostanti. Penne della base del collo e del dorso grigio-scure, con stria rachidale bianca e margine giallastro: quelle che separano il dorso dal groppone hanno larghi bordi rosso vivi e rachide aranciata. Groppone e sopracoda con penne nere a rachide e bordi aranciati che diventano sempre più accesi fino ad un color rosso-fuoco a contatto colle timoniere, mentre la parte nera di ciascuna penna acquista riflessi violacei sempre più intensi. Parti inferiori variegate di bianco-gialliccio, nero e rossiccio. Il nero predomina sulla parte basale del collo, il bianco gialliccio al centro del petto, e il rosso sul ventre, ma la macchiatura è dello stesso tipo: sono più chiare la stria mediana e le due laterali, più scure quelle intermedie. L'intensità della colorazione dipende dalla maggior larghezza delle strie nere.

Scapolari e piccole copritrici delle ali rosso cremisi scuro, con doppio incrassamento della rachide. Grandi copritrici e piccole secondarie violacee. Primarie nere, secondarie nere con bordo esterno castagno. Timoniere nere. Becco e zampe brune.

♀ — Parti superiori variegate di bruno-olivastro, di nero, di giallo e di bianchiccio. Può dirsi che ciascuna penna ha fondo nero fittamente spruzzato di bruno, con rachidi giallo-bianchicce e bordi chiari o giallo dorati. Questi predominano sulle penne lanceolate del collo; mentre le strie rachidali bianchicce predominano sul dorso, sulle scapolari e sulle piccole copritrici. Le parti inferiori sono bianchicce, variegate e spruzzate di bruno e di giallastro, specialmente sul petto e sui fianchi, con tendenza peraltro alla formazione di strie longitudinali.

Confrontando questi ibridi col *G. sonnerati* puro, risultano le seguenti rassomiglianze e differenze.

Per quanto riguarda il maschio: il sistema di macchiatura è di tipo *sonnerati*, giacchè tutte le penne del corpo a cinque strie longitudinali alterne, chiare e scure, offrono questo carattere tanto nel *sonnerati* quanto nell'ibrido. Il colore al contrario è di *gallus*, giacchè l'intonazione generale dell'ibrido è aranciata o rossa, mentre nel *sonnerati* risulta grigia. La squamosità delle penne delle ali e del collo del *sonnerati* è presente ma poco accennata negli ibridi. Questo ultimo carattere è dunque di trasmissione variabile, giacchè nel primo ibrido che io ho ottenuto da altra madre, e del quale ho parlato altrove, non v'era traccia di squama, e, nei tre maschi di questa serie, due soli hanno traccia di squame.

La femmina rassomiglia alla *sonnerati* pura per la disposizione generale delle macchie, e ne differisce per la minore intensità dei contrasti: più strette e meno bianche le strie longitudinali mediane del dorso: incomplete e poco marcate quelle marginali dal petto, che nella *sonnerati* pura formano un bordo nero ben netto.

Quanto ai caratteri fisiologici dirò che la voce in entrambi i sessi é intermedia, che i maschi hanno sempre vestito un abito estivo con penne brevi e non lanceolate sul collo come nel *sonnerati*, che la fecondità è stata perfetta.

La femmina depose una prima covata di 11 uova, all' aperto, nel mese di novembre: in seguito ha deposto tre o quattro covate all'anno. Come chioccia si è sempre manifestata assai selvaggia, ma affezionata al nido ed ai piccini. Morì nell'estate 1914. Questi esemplari si sono sempre appollaiati sugli alberi, mai in voliera od in pollaio.

F_2

Ho avuto, di questa generazione, una covata di 10 pulcini nella primavera del 1913: crebbero bene fino all'età di un mese circa, poi cominciarono ad ammalarsi e perirono, ad eccezione di un gallo e due galline che raggiunsero lo stato adulto. In seguito, come ho detto sopra, ho avuto molte altre covate, ma i pulcini sono sempre morti di enterite o di malattie di gola prima di raggiungere un mese di età.

I pulcini erano di colore eguale a quello dei genitori, simili dunque a quelli di *G. sonnerati* puro.

Una pollastra della prima covata morta in età di tre mesi, dopo la muta, aveva le penne color marrone, orlate di nero, come nella razza malese.

Gli adulti assunsero in entrambi i sessi il manto del *G. gallus*. Il gallo aveva infatti le parti inferiori interamente nere, così pure erano interamente nere le penne del dorso sottoposte a quelle lanceolate del collo, nè si osservavano tracce di ingrossamenti alle rachidi di queste ultime penne e delle copritrici della coda.

Nelle femmine é pure aumentata la intonazione bruno-rossiccia delle parti superiori e quella dorata del collo; sono meno accentuate le strie longitudinali mediane bianche del dorso e delle ali. Le parti inferiori hanno un'intonazione fondamentale rossastra che produce un effetto più uniforme, rende più evidente la stria mediana chiara, ma confonde quelle intermedie colle marginali.

Anche questi esemplari sono risultati perfettamente fecondi, ma non ne ho potuto avere prodotti consanguinei, giacchè le galline morirono d'infiammazione all'ovidutto nel deporre il primo uovo.

Reincroci unilaterali con *Gallus gallus*.

Ho accoppiato l'ibrido maschio con galline comuni, ed ho ottenuto numerosi esemplari che hanno raggiunto lo stato adulto. Questi soggetti corrispondenti alla formola (**S** × **G**) × **G** con un solo quarto di sangue *sonnerati*, sono molto diversi gli uni dagli altri, ma non meritano tuttavia descrizioni individuali.

Bisogna in primo luogo che distingua i prodotti che ho ottenuto accoppiando l' ibrido figlio di gallina bastarda padovana e combattente con altra gallina della medesima famiglia, da quelli che ho ottenuto dall' incrocio con gallina combattente.

Tutti i prodotti ottenuti, circa una cinquantina, offrono caratteri materni, non soltanto

specifici ma anche etnici. Tra i figli della bastarda padovana ve ne sono col ciuffo, altri colla cresta doppia; tutti sono diversi di colorito e presentano i mantelli che si sogliono osservare nei polli comuni: argentati, dorati, bruni col collo dorato, grigi, fulvi. Tale varietà di aspetti non sorprende, giacchè questi sono i colori che vengon fuori anche dall'incrocio diretto del padovano dorato col combattente nano argentato.

I figli dell' ibrido e della gallina combattente sono molto più uniformi; cresta abbondante e seghettata nei maschi: molto ridotta e nerastra nelle femmine, salvochè nel periodo della deposizione delle uova: allora diviene rossa. Quanto al colore i maschi hanno l'abito nero ornato di rosso come il *gallus*, oppure di giallo argentato e le femmine sono interamente nere o, al più, con dorature nelle penne del collo.

In questi incroci nulla tradisce il quarto di sangue *sonnerati*, ma non si può dire di essere tornati al presunto antenato dei polli comuni, il tipico *Gallus gallus*, se non negli esemplari maschi a mantello nero ornato di rosso. Nel reincrocio appaiono prevalentemente i caratteri etnici delle razza domestica, alla quale apparteneva la madre.

Reincroci complicati di varia natura.

Una gallina bruno-dorata, della serie ibrida precedente, figlia di bastarda padovana senza ernia, fu incrociata con gallo padovano di origine impura, ed allevò una covata di otto prodotti, i quali avevano tutti il ciuffo abbondante e ben fatto, con debolissime tracce d' ernia. Quanto al colore eravi un giardinetto: fulvi, grigi, argentati, dorati: quanto alle forme rassomigliavano esattamente agli incroci padovani e combattenti e non avevano altra caratteristica loro propria che quella di essere molto selvatici e di appollaiarsi sugli alberi.

Incrociando una gallina della stessa serie, tutta nera, figlia di combattente, con gallo padovano nero dorato, ho otttenuto il medesimo risultato in quanto si riferisce alla forma ed alla presenza di ciuffo e di tracce d' ernia; quanto al colore questi esemplari sono bruno neri con collo dorato e, nel maschio, con ali pure dorate. Tali reincroci hanno la seguente formula $\frac{\mathbf{G}}{(\mathbf{S} \times \mathbf{G}) \times \mathbf{G}}$: in essi il *Gallus sonnerati* è rappresentato per un ottavo completamente recessivo, ed anche in questo caso non vi è tendenza a tornare verso il tipico *gallus*, salvo nei maschi di manto dorato, coincidente con quello. Ben manifesti sono invece taluni caratteri che si presumono recenti, come il ciuffo e la cresta doppia.

La stessa gallina, della quale ho descritto ora i figli ottenuti con gallo padovano, è stata anche accoppiata con gallo ibrido F_1.

I figli della formola $\frac{\mathbf{S} \times \mathbf{G}}{(\mathbf{S} \times \mathbf{G}) \times \mathbf{G}}$ nella quale il *sonnerati* è rappresentato per tre ottavi, non offrono alcun carattere di questa specie e più decisamente si accostano alla razza combattente. Le galline sono nere con qualche sfumatura bruna nel collo: i galli neri dorati, con portamento eretto e coda abbondante ed arcuata. Fecondità perfetta: le femmine sono ottime riproduttrici ed ottime chiocce.

Due di esse sono state accoppiate col padre ottenendo pulcini corrispondenti alla formola seguente: $(\mathbf{S} \times \mathbf{G}) \times \frac{\mathbf{S} \times \mathbf{G}}{(\mathbf{S} \times \mathbf{G}) \times \mathbf{G}}$ dove il *sonnerati* è rappresentato per 43,75 % ed il

gallus per 56,27 %. Mentre nei reincroci precedenti i pulcini erano sempre neri o fulvi o grigi, in questo reincrocio son finalmente ricomparsi i pulcini a macchiatura sonneratica in misura eguale a quelli interamente neri o bruni. Dieci esemplari di questa serie hanno raggiunto l'età di tre mesi, ma cinque soli sono tuttora vivi.

Dei pulcini a macchiatura sonneratica vive una femmina che ricorda la gallina pura, ma è molto più scura nel collo e più uniforme nel petto: si avvicina al colore caratteristico della razza malese. I maschi a macchiatura sonneratica sono morti, ma due di essi avevano compiuto la muta divenendo simili al gallo ibrido F_2, cioè di aspetto simile al tipico *Gallus gallus*.

Sono divenuti adulti quattro pulcini neri: due femmine e due maschi. Quelle sono nere, con spruzzi bruni e somigliano alle madri; i maschi sono diversi l'uno dall'altro e somigliano complessivamente al loro padre F_1 **S** × **G**. Uno dei due ha cresta molto abbondante e petto variegato di nero su fondo castagno; l'altro ha cresta ridotta che si è mantenuta nera fino a sei mesi di età: petto molto regolarmente varigato di nero e di chiaro in senso longitudinale, ed ha deboli ingrossamenti della rachide nelle copritrici delle ali.

In questa serie adunque abbiamo un principio di vera scissione dei caratteri ed una ricomparsa, sebben limitata, di caratteri sonneratici. Tali fenomeni lasciano presumere che nella prossima generazione la scissione dei caratteri si renda ancora più notevole.

Reincroci reciproci col *Gallus sonnerati.*

Per due anni consecutivi ho praticato l'accoppiamento di gallo ibrido con galline pure *sonnerati*, ottenendo numerosi pulcini che sono sempre morti dopo alcuni giorni di vita in seguito a dissenteria.

Ho pregato allora il mio amico Signor Ciro Matteucci di Casciana Alta, allevatore provetto, a tentare l'allevamento, e gli ho affidato a tale scopo un gallo ibrido ed una gallina *sonnerati* pura. Il Sig. Matteucci nella primavera ed estate 1915 è riuscito nell'intento. Anch'egli ha avuto numerose contrarietà: uova rotte, pulcini morti nel guscio ed altri morti nei primi tempi di vita in seguito a difterite. Tuttavia due coppie hanno raggiunto lo stato adulto e, quand'anche non si potessero mantenere in vita sino alla prossima riproduzione, non essendo completamente sane, mi è dato di valutarne i caratteri.

Aspetto generale di *sonnerati* in entrambi i sessi. L'ornitologo ne farebbe una varietà di *sonnerati* con squame più piccole, di colore ranciato anzichè paglierino sul collo, e con parti superiori sfumate di rossastro, mentre nel *sonnerati* puro esse sono perfettamente grigie rigate di bianco. La femmina differisce dalla *sonnerati* pura perchè le strie marginali delle parti inferiori sono brune anzichè nere come in quest'ultima.

Confrontando il reincrocio coll'ibrido di prima generazione, bisogna confessare che le differenze nell'aspetto generale sono molto pronunciate: l'ibrido è più prossimo al *G. gallus*, il reincrocio al *G. sonnerati*.

È interessante rilevare come questo reincrocio presenti una nuova correlazione di caratteri, e cioè la struttura tutta caratteristica delle rachidi a squame nelle penne del collo

e delle copritrici, congiunta ad un tono di colore che è proprio del *Gallus gallus.* Entrambi i caratteri sono peraltro attenuati.

V. Riassunto dei risultati.

Fecondità. — Gl'incroci del *Gallus sonnerati* con polli domestici sono risultati perfettamente fecondi in entrambi i sessi ed in ogni senso. Essi hanno riprodotto *inter se* e, per quanto i prodotti ibridi di seconda generazione non abbiano avuto figli, pure la loro fecondità è stata provata perchè il maschio ha prodotto con galline comuni, e le femmine hanno maturato uova. Egualmente fecondi sono riusciti tutti i reincroci degli ibridi coi polli comuni, e gli ibridi stessi hanno sempre dato uova fecondate quando sono stati accoppiati rispettivamente con maschio e femmina *sonnerati.* I reincroci ulteriormente reincrociati con polli comuni hanno pure dato costantemente uova fecondate.

Non posso dire il numero preciso delle uova deposte da ciascuna femmina non essendo possibile controllarlo. È noto che i polli allevati in aperta campagna depongono senza confronto maggior numero di uova che non rinchiusi, ed ho già detto che tutte le galline di origine incrociata non depongono nel pollaio od in voliera, salvo rarissima eccezione, ma fanno il nido nei boschi e coprono le uova con cura, nel momento in cui si allontanano, nè più nè meno dei fagiani. Questo rende il controllo esatto impossibile, anche perché se giornalmente si visita il nido, questo è non di rado abbandonato. Tuttavia posso accertare che tutte queste galline depongono assai precocemente in primavera una covata di 12 a 15 uova; successivamente fanno altre tre o quattro covate diminuendo il numero delle uova fino a 5 o 6. Se una covata è tolta quando la gallina è già chioccia, essa lascia trascorrere un periodo assai più breve che non facciano le galline comuni, prima di deporre nuove uova. Dalle mie osservazioni risulta pertanto che le galline provenienti da incroci con *G. sonnerati,* sono altrettanto feconde quanto le galline comuni di quelle razze che sogliono chiocciare dopo di aver deposto un certo numero di uova.

La fecondità assoluta, illimitata, sperimentalmente provata degli incroci fra *G. sonnerati* e *G. gallus* tipici e domestici di varie razze, annulla il principale argomento col quale Carlo Darwin ha voluto dimostrare la monogenesi dei polli dal *Gallus gallus* L.

Eredità dei caratteri sonneratici. — In F_1 la squamosità delle penne si è manifestata in un esemplare con distinte squamette alle copritrici, ed una piccolissima dilatazione della rachide in una parte delle penne lanceolate del collo, in un altro sono appena evidenti le dilatazioni alle copritrici e in due ne manca qualsiasi traccia. Se noi consideriamo i due caratteri antagonisti: rachidi dilatate e rachidi normali, non sapremmo dire a qual categoria di caratteri mendeliani essi appartengano, ma se terremo conto della intensità colla quale il carattere squamosità si presenta, allora giungeremo ad una conclusione precisa. Fianchi e sopracoda sono privi di espansioni nell'ibrido: le maggiori squame delle copritrici sono larghe nel *sonnerati* di due anni mm. 5 e nell'ibrido mm. 1, mentre le espansioni delle penne lanceolate del collo, le quali superano nel puro mm. 3, non rag-

giungono nell'ibrido il mezzo millimetro. Questi due dati, l'uno dei quali si riferisce alla distribuzione delle squame e l'altro alla loro grandezza permettono di concludere che la squamosità delle penne del *sonnerati* è imperfettamente latente nei suoi ibridi.

Le penne del petto sono brevi e tondeggianti nel *G. gallus,* lunghe ed appuntite nel *sonnerati:* l'ibrido le ha brevi e triangolari, quindi le diremo intermedie con prevalenza della forma del *gallus:* le dorsali sono triangolari, piuttosto brevi e senza frangia metallica nel *sonnerati*; lunghe, lancettiformi o con frangia metallica nel *gallus* e nell'ibrido, dunque la forma delle dorsali di *gallus* è dominante. In conclusione la forma delle penne dell' ibrido ci dice che i caratteri di *gallus* sono imperfettamente dominanti.

La stessa cosa può dirsi quanto al colore, la dominanza risultando perfetta in tutte le penne del collo, delle ali, del groppone e del sopracoda che sono rosso dorate: imperfette per la macchiatura del petto variegato e per quella del dorso, molto somigliante a quella di *sonnerati.*

Voce intermedia. Dimorfismo di stagione di *G. sonnerati* dominante: giacchè peraltro tutte le forme selvatiche hanno questo carattere, può la dominanza essere attribuita anche ad atavismo.

I pochi esemplari di F_2 hanno dimostrato la tendenza al ritorno verso il *G. gallus,* non apparendo in essi alcuna traccia di caratteri sonneratici.

Gl'ibridi complicati, salvo un gallo che ha qualche traccia di espansione della rachide in alcune copritrici, hanno forme che li allontanano dal *G. sonnerati* senza avvicinarli del tutto al *G. gallus.* Si può pure dire che essi risultano intermedi fra *G. gallus* e l'ibrido.

Caratteri dei reincroci. — Nel reincrocio unilaterale colle razze domestiche di *Gallus gallus,* i prodotti assomigliano a queste in modo che nessuno potrebbe riconoscere la partecipazione del *Gallus sonnerati* alla loro formazione: nel reincrocio reciproco con *G. sonnerati* i prodotti sono decisamente nell'orbita dei caratteri di questo, ma per la diversa correlazione di alcuni colori e per la minore larghezza delle espansioni squamose, bisogna dire che essi vanno considerati come intermedi tra la forma ibrida e la specie selvaggia pura.

Ad esempio la serie delle copritrici che io ho figurate, e che sono tratte da esemplari di un anno, offre le seguenti misure di larghezza della parte squamosa: *sonnerati,* mm. 3; ibrido F_1, mm. 1; reincrocio mm. 2. La larghezza delle penne del dorso misurata ad un centimetro dall'apice di ciascuna è di mm. 11 nel *sonnerati* puro, di mm. 5 nell'ibrido F_1, e di mm. 8 nel reincrocio.

Come ho già rilevato in altri miei lavori sull'ibridismo, non ho trascurato di tentare la verifica, quando ne ho avuto il destro, delle leggi razionali del Giglio-Tos. In una mia recente memoria (1) sull'ibridismo reciproco nei piccioni domestici, ho avuto il torto di attribuire al Giglio-Tos cosa da lui non affermata, e cioè la patroclinità degli ibridi di prima

(1) Ricerche sulla eredità nei piccioni domestici. II. Eredità di caratteri vari nell'ibridismo reciproco, doppiamente reciproco e nel reincrocio. *Mem. R. Accad. Sc. Bologna, Cl. Sc. Fis. Nat. Serie* VII, T. 2., pp. 3-45, 1914-1915.

generazione. Colgo l'occasione per fare ammenda di questo errore; ma la parte sostanziale, e precisamente la conclusione che la reciprocità e la unilateralità degli accoppiamenti negli ibridi e nei reincroci non reca differenza nei risultati, è confermata anche da queste ricerche. E quì non si potrà dubitare della più genuina purezza gametica di *Gallus sonnerati,* unico possessore nell'intera classe degli uccelli di squamosità simili. Il reincrocio reciproco col *sonnerati* avrebbe dovuto condurre a questa specie, ed infatti ci porta verso di essa con una forma che si potrebbe considerare sua varietà, mentre nel reincrocio unilaterale con *Gallus gallus* o con sue razze domestiche avrebbe dovuto conservarsi l'ibrido, la qual cosa non è avvenuta: anzi in quegli esemplari nei quali il 25 % di *sonnerati* avrebbe dovuto esercitare una specie di preponderanza in mezzo al 75 % di mescolanza tra le razze domestiche usate, sono state precisamente queste che hanno avuto la prevalenza trasmettendo ai figli ciuffo, cresta doppia ed altri caratteri di colorito, tutti propri delle razze domestiche.

Anche in queste ricerche peraltro risulta evidente l'impurità dei gameti degli ibridi, e la possibilità che nuove forme selvatiche sorgano mediante nuove correlazioni ed attenuazioni di caratteri preesistenti.

Io ho acquistata la convinzione che il *Gallus sonnerati* abbia avuto parte nell'origine di parecchie razze domestiche, ma prima di affermare quali caratteri possano essere considerati come prodotti dell'incrocio, è necessario attendere i risultati di altri allevamenti in corso.

Nota aggiunta — Nel momento in cui rivedo le bozze di stampa, sono in grado di poter dare qualche notizia sulla riproduzione dell'annata in corso, relativamente alle seguenti coppie.

1. Il reincrocio reciproco (**S** × **G**) × **S** ha dato una covata di 10 uova nel mese di marzo, deposte in giorni alterni, in massima parte non fecondate. Un solo pulcino, F_2, è schiuso; ha i carattari del *sonnerati* puro cosicchè io non lo potrei distinguere da questo, e per ora si sviluppa bene. Col giorno 29 aprile la femmina ha cominciato una nuova covata deponendo fino ad ora cinque uova.

2. Il reincrocio complicato della serie quarta, contenente 12,50 % di *sonnerati* ha dato una prima serie di otto piccini, vari per colore e per forma, tutti peraltro di tipo domestico. Ve ne ha uno fra gli altri largamente macchiato di bianco e nero come il pulcino di razza Houdan, e ve n'hanno altri due con ernia discretamente pronunciata. La madre ha ora iniziato una seconda serie di uova.

3. La coppia della serie quinta, contenente il 43,50 % di *sonnerati* ha dato tre pulcini F_2, uno dei quali è nero, gli altri due hanno macchiatura di tipo sonneratico, ma più scura. Per ora crescono bene: è già iniziata una nuova deposizione di uova.

Bologna 5 Maggio 1916.

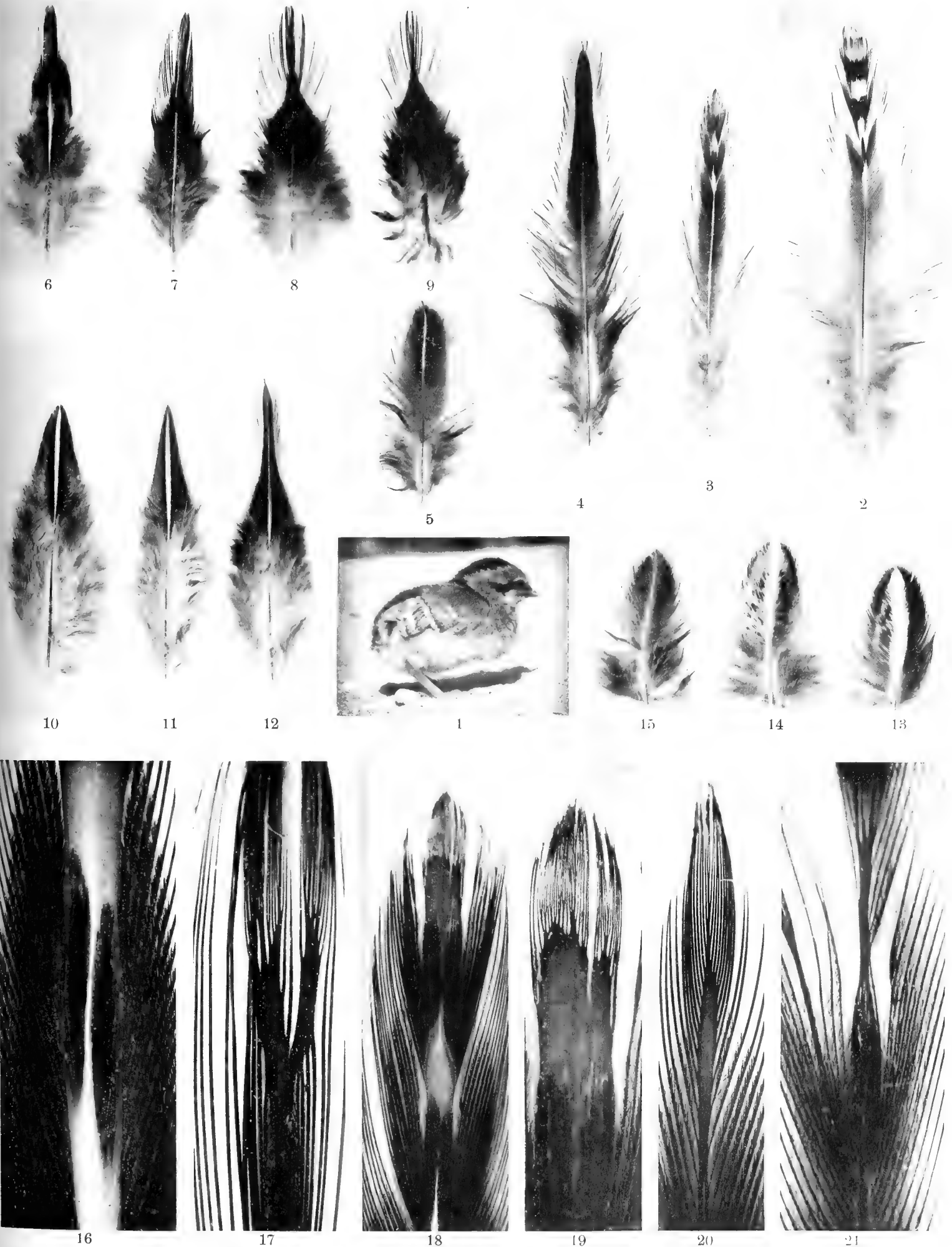
SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA

Fig. I — Pulcino *sonnerati* × *gallus*.
» 2 — Penna lanceolata del collo di *G. sonnerati* puro.
» 3 — » » » di ♂ reincrocio (**S** × **G**) × **S**
» 4 — » » » di ♂ ibrido $\mathbf{F}_1$
» 5 — » del collo dello stesso esemplare nell'abito estivo
» 6 — Copritrice di ♂ *sonnerati* puro.
» 7 — » » reincrocio (**S** × **G**) × **S**.
» 8 e 9 — Copritrici di due ibridi F_1.
» 10 — Dorsale di ♂ *sonnerati* puro.
» 11 — » » reincrocio (**S** × **G**)**S**.
» 12 — » » ibrido F_1.
» 13 — Pettorale di gallina *sonnerati* pura.
» 14 — » » ibrida $\mathbf{F}_1$.
» 15 — » » ibrida $\mathbf{F}_2$.
» 16 — Tratto di una penna del sopracoda di gallo *sonnerati* puro ingrandito 10 volte.
» 17 — Tratto apicale della scapolare figurata al n. 8, ingrandito 10 volte.
» 18 — Tratto distale della penna di reincrocio figurata al n. 3, ingrandito 4 volte.
» 19 — Porzione apicale della stessa ingrandita 10 volte.
» 20 — } Penne lanceolate del collo di due galli ibridi $\mathbf{F}_1$, ingrandite dieci volte.
» 21 — }

6 7 8 9 5 4 3 2

10 11 12 1 15 14 13

16 17 18 19 20 21

FOTOGRAFIE DI F. ALZANI

SULLA FASE INIZIALE DELLA SCARICA IN CAMPO MAGNETICO

MEMORIA

DEL

Prof. Sen. AUGUSTO RIGHI

letta nella Sessione del 12 Marzo 1916.

(CON 11 FIGURE NEL TESTO)

CAP. I.

Esperienze anteriori e metodi addottati.

1, Origine delle ricerche. Sono svariatissime le circostanze, nelle quali si manifestano dei fenomeni, che si spiegano semplicemente, e spesso si prevedono, considerando l'azione esercitata dal campo magnetico sul moto dei ioni e degli elettroni, cosicchè lo studio di simili fenomeni fornisce sempre nuove conferme alle teorie sulle strutture atomiche e sulla ionizzazione, sviluppate dai fisici in questi ultimi anni. Chi scrive ha tratto più volte da esse l'ispirazione delle sue ricerche, e segnatamente delle esperienze relative ai così detti *raggi magnetici*, delle esperienze dimostranti le *rotazioni ionomagnetiche*, ecc. sino alle più recenti, che mostrano gli effetti prodotti dal campo sui ioni elettrolitici, dei quali risulta da esso modificata la distribuzione (1).

In molti di questi casi i ioni posseggono oltre al moto termico anche quello proveniente dall'esistenza della scarica elettrica, di guisa che l'azione del campo si manifesta con modificazioni della scarica medesima.

Di tali modificazioni, quelle che si riferiscono all'iniziarsi della scarica, presentano speciale interesse, ma in pari tempo particolari difficoltà per l'indagine loro. E poiché occorre stabilire una certa differenza di potenziale fra gli elettrodi, affinchè una scarica si produca, lo studiare come un campo magnetico faccia variare detta differenza, o, come si suol dire: *il potenziale di scarica* (che per brevità indicherò d'ora in avanti con p. d. s.), costituisce una ricerca interessante, anche perchè la variazione del p. d. s. ha luogo, o forse meglio sembra aver luogo, prima che la scarica esista in atto, e quindi prima che i ioni posseggano quei moti, dai quali risulta costituita la scarica.

---

(1) Mem. della R. Acc. di Bologna, 18 aprile 1915. — Ann. de Phys. 1916, pag. 229.

A due riprese ho eseguito questo studio (*), ed ora per la terza volta me ne sono occupato, onde coordinare i risultati prima ottenuti, stabilirne alcuni nuovi e completarne la spiegazione. Rimando alla (I) il Lettore, che volesse sapere quali ricerche sullo stesso soggetto o su soggetti molto affini siano state antecedentemente compiute dai fisici.

2. *Risultati miei antecedenti.* Alle mie prime ricerche fui condotto dal desiderio di chiarire un fenomeno da me osservato, dopo avere constatata l'esistenza di un minimo di potenziale di scarica fra elettrodi paralleli nell'aria rarefatta, in corrispondenza di un certo valore della loro distanza, quando questa si faccia gradatamente variare. Tale fenomeno fu il seguente, e cioè che un campo magnetico profondamente modificava l'andamento del detto potenziale al variare della distanza fra gli elettrodi. È questo il motivo pel quale i tubi da scariche adoperati nel corso delle ricerche descritte in (I) ebbero sempre la forma particolare di tubi ad elettrodi piani e paralleli affacciati l'uno all'altro e a distanza reciproca generalmente piccola.

I risultati delle misure furono esibiti mediante certe curve *caratteristiche*, costruite prendendo per ascisse le intensità del campo magnetico in cui è collocato il tubo, e per ordinate i corrispondenti valori della differenza di potenziale minima occorrente ad iniziare la scarica.

Il risultato fu diverso per i vari tubi, secondo le loro forme e dimensioni e quelle degli elettrodi, come pure secondo che il campo era diretto parallelamente ai due dischi oppure era ad essi perpendicolare; ma il più delle volte la curva caratteristica del fenomeno presentò il seguente andamento. Partendo da un punto dell'asse dei potenziali (la cui ordinata non è altro naturalmente che il p. d. s. per campo zero) essa scende al crescere del campo sino ad una ordinata minima, indi risale. Spesso (e a quanto credo sempre, se si dispone di campi abbastanza potenti) la curva presenta più oltre una ordinata massima, dopo la quale nuovamente discende.

Siccome nel corso di quelle prime ricerche ebbi ad accorgermi di alcune irregolarità da attribuirsi alla formazione di cariche elettriche sulle pareti del tubo, così, quando pensai di riprendere le mie ricerche, che altri soggetti di studio mi avevano fatto abbandonare, cercai di eliminare l'inconveniente facendo sì, che uno degli elettrodi tappezzasse buona parte della parete interna del tubo. Se non che, così facendo, s'introdusse una complicazione, che rese più laboriose le ricerche, in quanto che, come è noto, il solo fatto d'impiegare due elettrodi differenti fra loro rende necessaria la distinzione fra due casi, secondo che funziona come catodo l'uno o l'altro di essi.

I tubi adoperati nelle esperienze (II) furono dunque muniti dapprima di elettrodi,

---

(*) Dovendo spesso citare le relative pubblicazioni, le indicherò con I e II fra parentesi. Così (I) servirà a designare la Nota: *Sul potenziale necessario a provocare la scarica in un gas posto nel campo magnetico*, Rend. della R. Acc. di Bologna, 29 maggio 1910. — Le Radium, octobre 1910. Con (II) designerò la Memoria: *Nuove ricerche sul potenziale di scarica nel campo magnetico*, Mem. della R. Acc. di Bologna, 26 marzo 1911. — Le Radium, mars 1911. — Phys. Zeitschr. 1911, s. 424.

uno dei quali era di forma cilindrica ed applicato alla parete interna del tubo, mentre l'altro soleva essere una lamina piana parallela all'asse del cilindro. Visto poi che l'orientazione di questa lamina rispetto al campo magnetico poco influiva sui risultati, fui condotto ad adottare poscia elettrodi cilindrici coassiali. Questa forma presenta un interesse notevole dal punto di vista della spiegazione dei fenomeni, come si vedrà più oltre.

Anche quando, colla speranza di raccogliere utili indicazioni, furono adoperati alcuni tubi ad elettrodi alquanto lontani fra loro, si trovarono curve caratteristiche presentanti il più delle volte il solito andamento, cioè con un minimo di p. d. s. seguito da un massimo ad un più elevato valore del campo magnetico.

3. Metodo seguito nelle misure. Il metodo adottato per le nuove misure del p. d. s. corrispondente alle varie intensità del campo magnetico è stato quello stesso del quale mi ero valso per le esperienze descritte in (II). Quello seguìto in (I) aveva l'inconveniente di essere lungo e penoso. Esso consisteva infatti nell'aumentare di una unità per volta il numero dei piccoli accumulatori formanti la batteria, sinchè si iniziasse la scarica; e questo doveva ripetersi per un certo numero di valori dati al campo. Nelle esperienze (II), ed in quelle che saranno descritte più avanti, ho seguìto un metodo perfettamente opposto, e cioè, fissato un determinato valore per la differenza di potenziale applicata agli elettrodi, si aumenta lentamente a partire da zero per mezzo di un reostata a corsoio l'intensità della corrente generatrice del campo, sinchè la scarica compare. In generale ad un dato valore del p. d. s. corrispondono più valori della intensità del campo, il chè rende necessari particolari artifici nella condotta delle misure. Ciò in conseguenza del noto fatto, in virtù del quale una volta che la scarica si è iniziata rimane, anche se viene subito troncata, un certo grado di ionizzazione nel gas rarefatto.

Questa ionizzazione persistente fa sì, che il p. d. s. appaia in una nuova misura più piccolo di quello che è in condizioni normali. Ecco ora quale è stata la disposizione generale delle esperienze.

4. Disposizione degli apparecchi. La batteria di piccoli accumulatori AB (fig. 1), costituita da un numero di elementi, che qualche volta giunse a circa 2600, ha i suoi poli in comunicazione coi pozzetti a mercurio a, b, di un inversore, col quale possono scambiarsi le comunicazioni fra i detti poli A, B, ed i pozzetti a mercurio c, c', e d, d', da cui partono i conduttori che vanno agli elettrodi E, F, del tubo da scariche. Nel circuito così formato sono incluse due fortissime resistenze R, S, variabili a piacere e costituite da lunghi tubi di vetro contenenti alcool più o meno diluito, come pure il galvanometro G (a campo fisso con derivazione variabile per regolare il valore della sua costante) destinato a indicare l'esistenza della corrente di scarica, ed eventualmente misurarla.

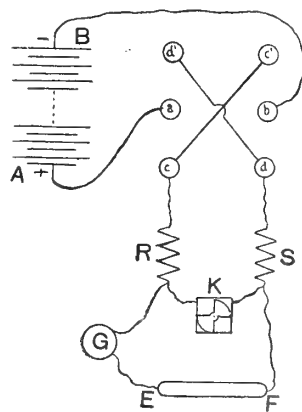



Fig. 1

Infine un elettrometro a quadranti di lord Kelvin, K, messo in derivazione, serve a misurare la differenza di potenziale agli elettrodi allorchè la scarica non passa ancora.

Il più rigoroso isolamento di tutti gli apparecchi è indispensabile, se si vogliono evitare diverse cause di errore.

Nella fig. 1 non è indicata nè l'elettrocalamita producente il campo magnetico, nè il reostata a corsoio con cui si fa variare il campo da essa prodotto, nè l'amperometro con cui si misura la corrente magnetizzante. Dalle indicazioni di questo si determina l'intensità del campo in base a determinazioni preliminari. Salvo per alcuni tentativi, pei quali adoperai la grande elettrocalamita di Weiss, quella antica di Ruhmkorff ebbe sempre la preferenza, perchè più comoda per le ricerche di cui qui si tratta.

5. Sostituzione dell'elettrometro al galvanometro. Poichè in generale il galvanometro non compie in queste esperienze altro ufficio che quello di avvertire del passaggio della corrente nel gas rarefatto, si può ad esso sostituire un semplice elettroscopio. La disposizione sperimentale diviene allora quella schematicamente rappresentata dalla fig. 2, nella quale non si sono indicate le parti che restano le stesse che nella fig. 1. Uno degli elettrodi del tubo, per esempio F, è messo in comunicazione colla scatola metallica L circondante l'elettroscopio a foglia d'oro H, la quale comunica coll'altro elettrodo E. La foglia resta lungamente sollevata quando, avendo per un istante chiuso l'interuttore T, si è data una certa differenza di potenziale agli elettrodi, purchè questa sia minore del p. d. s. Se allora per un qualsiasi motivo quella differenza di potenziale cessa di essere inferiore al potenziale di scarica, l'immediata caduta della foglia ne porge l'annuncio.

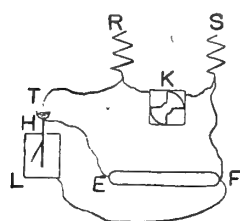



Fig. 2

Siccome la durata del passaggio della corrente nel tubo da scarica è sempre assai breve, così l'impiego dell'elettroscopio offre sul metodo usuale il vantaggio, che la ionizzazione residua entro il tubo è piccolissima e sparisce relativamente presto.

6. Condotta delle esperienze. Volendo studiare in modo abbastanza completo il comportamento di un dato tubo da scarica non basta in generale una sola serie di misure. Per esempio un tubo contenente elettrodi cilindrici coassiali richiederà quattro serie, perchè può essere catodo o l'elettrodo esterno o quello interno, e in ciascuno dei due casi il campo magnetico può avere l'una o l'altra delle due direzioni principali, cioè essere o parallelo o perpendicolare all'asse degli elettrodi. Ognuna di quelle serie permetterà di disegnare la corrispondente curva avente per ascisse le intensità date al campo magnetico e per ordinare i corrispondenti valori del potenziale di scarica, cioè la relativa curva *caratteristica.*

Merita somma attenzione il fatto, che per un dato valore del potenziale adoperato possono esistere più valori del campo; o in altre parole, che ad intensità differenti del campo magnetico può corrispondere un identico p. d. s. Per comprendere quali difficoltà ciò possa suscitare, è utile prendere in considerazione la curva caratteristica; si supponga che questa sia la curva $ABCD$ della fig. 3, ciascun punto della quale, per

esempio P, ha dunque per ascissa OR l'intensità del campo e per ordinata RP il corrispondente valore del p. d. s. In questa figura OA è il p. d. s. quando non esiste campo magnetico; per cui se si applica agli elettrodi una differenza di potenziale $OM < OA$ non si ha certo la scarica. Creato il campo e facendo crescerne l'intensità non si avrà mai passaggio di elettricità, se come nella figura la retta MM parallela ad OX non incontra la curva caratteristica. Se invece la batteria fornisce una differenza di potenziale ON tale, che la retta NN parallela ad OX incontri la curva, per esempio in P, quando al crescere della intensità del campo questa raggiungerà il valore OR, subito si inizierà la scarica. Fatta una simile constatazione restano senz'altro determinate le due coordinate OR, RP di un punto P della curva. Similmente si determineranno tanti altri punti ripetendo le esperienze con differenti valori di ON; ma divengono necessarie certe avvertenze, quando la retta NN incontra la curva in altri punti, per esempio, anche nel punto Q. In tal caso, se si seguita ad aumentare il campo sino al valore OS, la corrente seguita a passare; ma persiste anche oltre OS, benchè in tal caso il p. d. s. sia ora maggiore di ON. La ragione è la solita (ionizzazione residua nel gas). Per determinare colla necessaria esattezza il valore OS, occorre procedere nel modo seguente. Dopo avere interrotto per qualche minuto il circuito, si dà per tentativi al campo magnetico un valore, che sia convenientemente più grande di OS, e poi si chiude il circuito del tubo. La corrente dapprima non si produrrà; ma basterà diminuire lentamente l'intensità del campo sino a che si produca la deviazione nel galvanometro, per ottenere il cercato valore OS. Analogamente si procederà nei casi in cui la curva caratteristica sia incontrata in un terzo punto dalla NN.

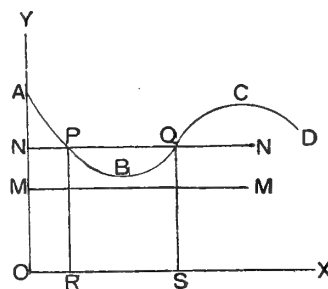



Fig. 3

L'inconveniante della ionizzazione residua, che tende a far apparire meno grande il p. d. s., si attenua alquanto dando alle resistenze R ed S (fig. 1) valori elevatissimi. Questa precauzione fu sempre osservata, come pure quella di interrompere il circuito di scarica non appena avviene la deviazione del galvanometro.

Cap. II.

Considerazioni teoriche.

7. Spiegazioni proposte. A differenza delle esperienze descritte nella pubblicazione (I) e delle prime fra quelle esposte nella (II) le mie nuove esperienze furon guidate da una idea teorica o ipotesi spiegativa. Or bene, per risparmiare a questo mio scritto ogni apparenza di artificiosità, giudico opportuno discutere l'ipotesi ispiratrice prima di esporre le verifiche sperimentali.

Quei fisici, che ebbero a studiare l'influenza del campo magnetico sulle scariche, si attennero alla idea, che per ispiegare i fatti bastasse prendere in considerazione le deviazioni subìte dai ioni e dagli elettroni. Però, nel caso di cui qui si tratta, quello

cioè del cambiamento di p. d. s., sembrò a qualcuno difficile il comprendere come possa il campo esercitare la sua azione prima che la scarica realmente abbia avuto principio. Ma tale obbiezione perde valore se si pensa, che qualche traccia di ionizzazione sempre esista, cosicchè, quando gli elettrodi posseggono opposte cariche, si ha un moto di particelle elettrizzate (dispersione lenta delle cariche). L'azione del campo su quei movimenti potrà a seconda delle circostanze o favorire o ostacolare l'intensificarsi di quel processo, che conduce all'iniziarsi della scarica.

Però non si tardò a riconoscere, che anche nei casi in cui si fa agire il campo magnetico solo quando la scarica è già avviata (per esempio quando si studia l'influenza del campo sulla differenza di potenziale agli elettrodi, oppure sulla intensità di corrente) il tener conto dei cambiamenti di forma delle traiettorie delle particelle elettrizzate non sempre basta a spiegare i fenomeni. Per esempio si può constatare, che il campo magnetico produce in certi casi diminuzione del p. d. s. (quando il campo preesiste alla scarica) e diminuzione della differenza di potenziale agli elettrodi (quando la scarica è iniziata prima che esista il campo), quantunque le deviazioni dei ioni e degli elettroni avvengano in tal senso da far prevedere risultati inversi. Perciò è giuocoforza ritenere, che il campo magnetico, oltre che modificare le traiettorie, eserciti qualche altra speciale azione.

8. Magnetoionizzazione. L'ipotesi della *magnetoionizzazione,* che ho proposto per spiegare i diversi fenomeni da me constatati ([1]), definirebbe appunto quella seconda maniera di azione del campo magnetico. L'enunciai una prima volta (veggasi (I) alla pag. 13) in modo generico dicendo, che ogniqualvolta l'orbita di un elettrone atomico si trovi opportunamente orientata, in guisa cioè che la forza dovuta all'azione del campo sull'elettrone sia diretta verso l'esterno dell'atomo, l'energia necessaria per separare quell'elettrone sarà minore di quella che occorrerebbe in assenza del campo, ragione per cui la separazione stessa resterà agevolata. L'ipotesi della magnetoionizzazione, più che una causa di ionizzazione, addita dunque una condizione di cose creata dal campo tendente a favorire la ionizzazione per urto. Ma esposta in questi termini l'ipotesi lascia l'adito ad una obbiezione; e cioè, come possono esservi atomi nella indicata condizione che favorisce il distacco di un elettrone, altri ve ne saranno nelle condizioni contrarie, pei quali cioè la forza agente sull'elettrone è diretta verso l'interno dell'atomo. Sembrerebbe dunque che i due opposti effetti dovessero compensarsi.

Onde togliere di mezzo questa difficoltà bisogna prendere in considerazione anche l'intera azione esercitata dal campo sugli atomi o sulle molecole del gas o in altri termini la magnetizzazione del gas medesimo.

Secondo le idee generalmente accettate, di ogni atomo fanno parte degli elettroni, che si muovono in orbite chiuse intorno ad un nucleo avente nel suo complesso carica positiva, benchè vi siano motivi per ammettere che anche degli elettroni ne siano parti costitutive. Per formarsi una idea dell'azione esercitata dal campo magnetico sugli

([1]) Comp. Rend. 30 Jan. 1911.

atomi giova imaginare, che ogni orbita degli elettroni sia sostituita da una corrente di egual forma. La direzione da attribuirsi a tale corrente dovrà essere quella contraria alla direzione del moto dell'elettrone. Si comprende così il comportamento *magnetico* del gas, ossia l'orientazione che il campo tende a dare alle sue molecole. Se l'atomo non contenesse che un unico elettrone sattellite, l'orientazione che esso tenderebbe ad assumere sarebbe quella, per la quale il piano dell'orbita (che supponiamo appunto piana per semplificare) diviene perpendicolare alla direzione del campo magnetico, mentre l'orbita stessa è percorsa dall'elettrone nel senso opposto a quello della corrente generatrice del campo medesimo. Siccome però è verosimile, che i vari elettroni separabili di un atomo percorrano traiettorie variamente orientate, così la tendenza verso una determinata orientazione non sarà che un effetto risultante, che eventualmente potrebbe essere nullo per certi atomi. Naturalmente, in causa dei moti proprii degli atomi, e delle molecole che essi costituiscono, l'orientazione imposta dal campo non sarà forse mai neppure per un istante raggiunta; cosicchè l'azione della forza magnetica si ridurrà ad una parziale e verosimilmente debolissima magnetizzazione del gaz. In altre parole accadrà per gli atomi gassosi ciò che si immagina prodursi nel caso di un corpo magnetico, e cioè la tendenza negli atomi verso una concorde orientazione; ciò che del resto è conforme alla teoria elettronica dei fenomeni magnetici.

Ciò posto si consideri per semplicità, che l'orbita di un elettrone di un atomo abbia raggiunto ad un dato istante l'orientazione, che il campo tende a fargli assumere, e si consideri la forza magnetica esercitata dal campo stesso sull'elettrone in moto. Ammettendo altresì, sempre per semplificare, che l'orbita sia circolare, e tenendo conto del senso in cui gira l'elettrone, si riconosce subito, che detta forza è diretta secondo il raggio della traiettoria e verso l'esterno. Essa renderà quindi minore la forza totale che trattiene l'elettrone nella sua orbita, e cosi resterà diminuito l'ammontare di energia occorrente per staccare l'elettrone, ossia per ionizzare l'atomo. Pur non ammettendo la possibilità d'una spontanea ionizzazione prodotta dal campo magnetico (che forse a rigore il vocabolo *magneto-ionizzazione* sembrerebbe indicare, e che d'altronde non si saprebbe dimostrare impossibile a priori) resta dunque dimostrato, che per opera del campo la ionizzazione per urto rimane agevolata.

Questa conclusione vale evidentemente anche nel caso reale, cioè nel caso in cui le orbite degli elettroni non raggiungano l'orientazione imposta dal campo, come pure per il complesso degli atomi del gas esposto all'azione del campo.

Nel caso che qui interessa, e cioè delle esperienze relative all'influenza del campo magnetico sul p. d. s. esiste, oltre al detto campo, anche il campo elettrico dovuto alla differenza di potenziale applicata agli elettrodi. Le esperienze anteriori mi avevano mostrato, che la forza elettrica, la quale naturalmente è tanto più intensa quanto più gli elettrodi sono avvicinati, coopera a rendere più marcata la diminuzione del p. d. s. Ciò mi ha indotto a pensare, che la reciproca inclinazione dei due campi abbia notevole influenza sulla grandezza degli effetti osservati.

Ecco quali congetture possono farsi in proposito. Si consideri nuovamente il caso

di un atomo orientato per opera del campo magnetico in guisa, che l'orbita di un suo elettrone giaccia in un piano perpendicolare al campo. L'effetto prodotto dalla collissione di un elettrone libero sarà verosimilmente diverso a seconda della direzione del suo moto (che sarà prevalentemente quella del campo elettrico), e sembra anzi probabile, che quando l'elettrone urtante si muove nel piano dell'orbita, la perturbazione prodotta nell'atomo debba essere più profonda che quando l'elettrone arriva in una direzione perpendicolare al piano dell'orbita stessa. Inoltre, mentre in questo secondo caso il campo non modifica il cammino dell'elettrone libero, nel caso in cui questo arrivi con una velocità diretta quasi nel piano dell'orbita, esso assume una traiettoria elicoidale, la cui proiezione sul piano dell'orbita è una circonferenza percorsa in senso opposto a quello secondo cui si muove l'elettrone sattellite dell'atomo (*); e non è arsurdo il pensare, che questa circostanza possa rendere più efficace la collisione in quanto a determinare la ionizzazione.

Ma queste ed altre consimili considerazioni, che passo sotto silenzio, non hanno che il valore di suggestioni, sulla cui attendibilità spetta all'esperienza il decidere.

Cap. III.

Nuove esperienze.

9. Esperienze con tubi aventi elettrodi assai distanti. Nella maggior parte delle esperienze da me altra volta descritte i tubi adoperati avevano elettrodi così disposti, che non era facile localizzare l'azione del campo magnetico e limitarla ad una determinata porzione del tubo. Ho quindi creduto di dovere istituire esperienze su tubi della forma più consueta ed assai lunghi, muniti di elettrodi alle estremità. Questi furono ora filiformi e disposti lungo l'asse del tubo, ora ebbero forma di piccoli dischi perpendicolari all'asse stesso. Fra i due casi non ebbi a rilevare differenze degne di essere notate. Le esperienze fatte con simili tubi non presentano alcun carattere di novità; e se qui ne presento i risultati, è soltanto per mettere in rilievo le differenze che esistono fra essi e quelli forniti nel caso di elettrodi fra loro vicini.

Il diametro esterno dei tubi da me adoperati superava di poco i due centimetri, e perciò essi potevano venire introdotti nel foro assiale della usuale elettrocalamita di

---

(*) Che un elettrone in moto su cui agisce un campo magnetico si muova in modo, che la proiezione del suo movimento sopra un piano normale alla direzione del campo sia una circonferenza percorsa nello stesso verso della corrente cui può essere il campo attribuito, risulta immediatamente dalla regola che dà la direzione della forza elettromagnetica. Il senso di girazione dell'elettrone è stato d'altronde stabilito già in occasione delle mie esperienze sulle rotazioni ionomagnetiche. Se l'elettrone libero si combinasse con un ione positivo sotto l'azione del campo, il nuovo atomo così formatosi dovrebbe invertire la propria orientazione per obbedire alla forza orientatrice del campo. Anche nel caso speciale in cui l'elettrone, anzichè formare col ione positivo un atomo neutro, diviene semplicemente un sattellite di questo assai lontano dal nucleo, formando così uno di quei *doppietti* da me immaginati per rendere conto dei fenomeni presentati dai raggi catodici in campo magnetico, il senso di girazione dell'elettrone è tale, che col suo moto sta a rappresentare un atomo diamagnesico.

Ruhmkoff, come vedesi nella fig. 4. Facendo scorrere il tubo AB nella direzione del proprio asse (in realtà facendo scorrere il carrello a ruote su cui è collocata l'elettro-calamita, ciò che permette di mantenere il tubo congiunto alle pompe) si può fare in modo, che l'azione del campo magnetico si faccia sentire, ora a metà del tubo, nel qual caso il campo presso gli elettrodi è nullo, ora presso l'uno o l'altro degli elettrodi, che venga condotto a trovarsi nell'intervallo fra i poli. Tale intervallo fu in queste esperienze eguale a 5 centimetri. È altresì facile mettere il tubo in direzione trasversale, sia con uno degli elettrodi in mezzo ai poli, sia in modo che il campo agisca a metà della lunghezza del tubo.

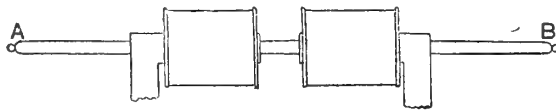



Fig. 4

I risultati ottenuti con ripetute esperienze restarono sostanzialmente invariati, quando si variò la pressione del gas o la dimensione dei tubi. Trattandosi di esperienze più che altro qualitative mi risparmio di riportare lunghe tabelle numeriche, e mi limito ad enunciare i risultati ottenuti.

Con un tubo collocato come mostra la fig. 4, lungo circa m. 1,20 contenente aria a 0,26 mm. di pressione e con differenza di potenziale di 5200 volta circa, non si aveva passaggio di corrente. Creato il campo e fattane crescere lentamente l'intensità si osservò un brusco stabilirsi della corrente, allorchè tale intensità raggiunse il valore di circa 4900 gauss. Qualche volta la corrente non è stabile, e la deviazione galvanometrica cessa in breve, per ripetersi ad intervalli; ma gli intervalli si raccorciano e in breve spariscono per poco che si aumenti ulteriormente la intensità del campo magnetico.

Il risultato è perfettamente opposto quando il tubo viene collocato trasversalmente rispetto al campo. Infatti, per avere la corrente bisogna cominciare coll'applicare al tubo una differenza di potenziale almeno eguale al p. d. s. senza campo magnetico. Se, così stabilitasi la corrente, si crea il campo e poi poco a poco se ne aumenta l'intensità, la corrente ben presto s'interrompe. Se poi si vuol far passare la corrente a campo chiuso, occorre una differenza di potenziale tanto più elevata, quanto più intenso è il campo magnetico. Se ne conclude, che quando il campo magnetico è diretto trasversalmente al tubo, la scarica resta ostacolata; dalla precedente esperienza risultava un effetto inverso meno marcato quando il campo era longitudinale. Dunque in entrambi i casi l'effetto constatato si può spiegare nel modo ordinario, giacchè infatti un campo trasversale distoglie le particelle elettrizzate (e particolarmente gli elettroni) dalla direzione di moto loro impressa nel senso dell'asse dalla forza elettrica, direzione che deve predominare nel processo della scarica; e nel caso di campo longitudinale quella direzione di moto resta agevolata dal campo, perchè i ioni e gli elettroni, che fra un urto e l'altro i muovono in direzioni svariate, sono deviati in modo che la direzione dei loro moti si avvicina alla direzione dell'asse.

Se poi il tubo è collocato in modo, che fra i poli si trovi uno degli elettrodi, il risultato varia di poco nel caso di campo trasversale. Nel caso di campo longitudinale,

in cui si può impiegare una differenza di potenziale minore del p. d. s. ordinario (cioè corrispondente a campo nullo), la corrente appare facendo agire un campo meno intenso di quello occorrente quando lo si fa agire in una regione del tubo lontana dagli elettrodi. Ciò è evidentemente conforme ai risultati offerti dalle ultime esperienze della (II).

Passo sotto silenzio l' influenza che esercita il segno di carica dato all' elettrodo posto fra i poli, perchè è di assai lieve entità.

10. Influenza della direzione del campo magnetico relativamente a quella del campo elettrico. Come si vede, i tubi da scarica più usuali, in cui gli elettrodi sono assai lontani fra loro, hanno un comportamento, del quale si rende conto in modo abbastanza soddisfacente colla consueta considerazione delle deviazioni subìte dai ioni e più ancora dagli elettroni per opera del campo magnetico; perciò i fenomeni relativamente complicati, che presentarono i tubi adoperati nelle ricerche (I) e (II), si debbono verosimilmente alla circostanza dell' essere in essi la forza elettrica alquanto intensa in causa dell' essere gli elettrodi assai vicini fra loro. Era quindi naturale il ricercare se e quale influenza sui fenomeni esercitasse l' inclinazione reciproca delle forze elettrica e magnetica, non che esaminare se le previsioni formulate alla fine del § 8 siano o no confermate. A tale intento furono fatte le seguenti esperienze, per le quali fu preparato l' apparecchio rappresentato dalla figura 5.

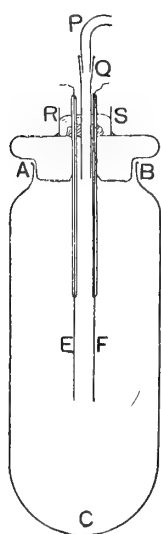



Fig. 5

Esso consiste in un recipiente *ABC*, chiuso dal suo tappo smerigliato *AB* (diametro del recipiente circa 9,5 cent. altezza circa 20), attraverso al quale passano due fili metallici, circondati da cannelli di vetro, che sostengono gli elettrodi *E*, *F*, come pure il cannello di vetro *P* per la comunicanione colle pompe pneumatiche (*). Il detto cannello ha una congiunzione a smeriglio *Q*, che permette di fare ruotare l' apparecchio intorno al proprio asse di figura. Quanto agli elettrodi, essi sono lastrine rettangolari di alluminio larghe 2 cm. ed alte 6, parallele fra loro e distanti 1 cm. l' una dall' altra.

Essendo l' apparecchio collocato fra i poli della elettrocalamita di Ruhmkorff (le cui faccie polari sono ora a circa 10 cm. di distanza), è facile far sì, che le due lastrine risultino orientate ora perpendicolarmente ora parallelamente al campo magnetico. Naturalmente si deve poi immaginare che l' apparecchio della fig. 5 sia messo al posto del tubo *EF* nella disposizione sperimentale indicata dalla fig. 1.

Le numerose esperienze, sempre sostanzialmente fra loro concordanti, che ho eseguite col descritto apparecchio, debbono forse la regolarità dei loro risultati al fatto che, essendo gli elettrodi assai lontani dalle pareti, l' influenza delle eventuali cariche di queste non interviene in modo sensibile. Ecco in dettaglio il risultato d' una serie di misure.

(*) I due fili ed il cannello sono fissati con ceralacca. Questa resta sommersa nel mercurio di un pozzetto *RS*, formato da un anello di vetro fissato con un cemento sul tappo, secondo un artificio praticissimo altra volta descritto e che assicura un' ottima tenuta.

La pressione dell' aria entro il recipiente era eguale a circa un venticinquesimo di millimetro, e si applicò agli elettrodi una differenza di potenziale, il cui valore è segnato nella prima colonna della seguente tabella. Per ciascuno di tali valori determinai quelli della intensità del campo magnetico entro i quali si osservava la deviazione galvanometrica. Per esempio, con differenza di potenziale eguale a 1040 volta esisteva la corrente allorchè il campo aveva un intensità compresa fra 155 e 195 gauss. Questi valori limiti del campo sono stati appunto segnati nella seconda colonna della tabella. Intanto l' apparecchio era così orientato, che le due lastrine funzionanti da elettrodi si trovavano parallele alla direzione del campo. Il valore zero, che vedesi nell' ultima linea orizzontale sta ad indicare, che con 1200 volta si aveva la corrente anche quando la elettrocalamita non era eccitata, e cioè quando il campo magnetico era semplicemente quello dovuto al magnetismo residuo dei suoi nuclei.

Pot. d. s. in volta	Campo magnetico in gauss
880	intorno a 165
960	» » 165
1040	da 155 a 195
1120	» 135 » 355
1200	» 0 » 355

Per ogni valore del potenziale segnato nella prima colonna della tabella si fece l'osservazione anche dopo avere girato di 90° l' apparecchio intorno al suo asse verticale, ed il risultato fu costantemente questo, che mai ebbe luogo una deviazione galvanometrica, pur arrivando a dare al campo una intensità di 3200 volta, la quale nelle condizioni dell' esperienza mia era la massima che potessi raggiungere.

Come si vede, i risultati sono esattamente opposti a ciò che si poteva prevedere tenendo conto soltanto delle deviazioni prodotte dal campo sulle particelle in moto. Infatti si osserva l' abbassamento di p. d. s. precisamente quando, essendo il campo diretto perpendicolarmente alle linee di forza elettriche le dette deviazioni non possono che essere di ostacolo alla scarica. Non può dunque rimanere nessun dubbio sulla necessità di ammettere l' esistenza di una azione speciale del campo magnetico tendente a favorire l' iniziarsi della scarica. A mio avviso tale azione speciale è appunto la magnetoionizzazione.

La tabella precedente fa vedere, che l' abbassamento di p. d. s. prodotto dal campo magnetico, quando esso è diretto perpendicolarmente alla forza elettrica esistente fra gli elettrodi, si verifica soltanto quando l' intensità di esso è compresa entro certi limiti. Con campi anche più intensi l' effetto delle deviazioni impresse ai ioni ed elettroni prende il sopravvento, superando l' opposto effetto della magnetoionizzazione. Questo si constata altresì, quando si mettono in opera potenziali superiori all' ordinario potenziale

di scarica. Così per esempio, se si continua la serie di misure riportate nella tabella, applicando agli elettodi una differenza di potenziale di 1440 volta (che è appunto maggiore all' ordinario p. d. s.) si ha passaggio della corrente non solo con campo nullo, ma anche aumentando l' intensità di questo, sinchè si arriva al valore di 930 gauss; ma un ulteriore aumento di intensità del campo sospende la corrente.

È quasi superfluo notare, come i risultati offerti da queste esperienze bene si accordino colle previsioni esposte alla fine del § 8.

È degna di nota la seguente forma semplice data all' esperienza, la quale diviene in tal modo più evidente.

Applicata agli elettrodi una differenza di potenziale minore del potenziale occorrente per determinare la scarica senza campo magnetico, e dato a questo un appropriato valore facile a trovarsi con pochi tentativi, si faccia girare l' intero apparecchio intorno al suo asse, in modo che le due lastrine risultino ora parallele, ora perpendicolari alla direzione del campo. In questa seconda posizione non si avrà passaggio di corrente nell' apparecchio. Ma il galvanometro immancabilmente devierà, quando mercè la rotazione il piano delle lastrine farà un angolo abbastanza piccolo colla direzione del campo. Qualora l' esperienza venga eseguita nella oscurità il galvanometro diviene inutile, bastando alla constatazione del risultato lo sparire e riapparire della luminosità nel gas rarefatto.

Si comprende ora come avvenga, che la curva caratteristica abbia, pei tubi adoperati nelle esperienze anteriori (I) e (II), il più delle volte una forma del genere di quella indicata nella fig. 3. La parte in discesa da A a B in corrispondenza dei piccoli valori del campo è dovuta alla magnetoionizzazione in prossimità degli elettrodi, mentre l' altro tratto in discesa, che spesso esiste in corrispondenza ad alte intensità di campo, pare debba ascriversi, come fu detto già (vedi § 7 della pubblicazione (II)) alla magnetoionizzazione nel gas lungi dagli elettrodi.

11. Caso dei tubi ad elettrodi cilindrici e coassiali. — Si è visto come le ricerche (I) e (II), abbiano passo a passo condotto all' impiego di questa forma di tubi da scarica, colla quale resta eliminata ogni influenza disturbatrice delle cariche eventualmente acquistate dalle pareti. Come è già noto, tali tubi presentano poi uno speciale interesse, perchè quando si fa agire su di essi un campo diretto secondo l' asse, è possibile ottenere una diminuzione del p. d. s. benchè le deviazioni delle particelle tendano a produrre un risultato contrario. Per essere di ciò persuasi basta esaminare quale sia la traiettoria d' un ione o d' un elettrone con e senza l' azione del campo (*). Se questo non esiste una particella elettrizzata (di cui si trascurerà la velocità iniziale, perchè piccola al confronto di quella che in breve gli comunica la forza elettrica) si muove lungo un raggio, cioè secondo una retta passante per l' asse del sistema e perpendico-

(*) Veggasi per esempio la Memoria: *Nuove ricerche sulle rotazioni ionomagnetiche* in Mem. della R. Acc. di Bologna, 16 febb. 1913; IL N. Cimento, luglio 1913. — Le Radium, Juin 1913. — Phys. Zeitschr. 1912, s. 688.

lare a questo asse. Una volta però che il campo magnetico diretto secondo l'asse esista, la traiettoria diviene una specie di linea spirale giacente in un piano normale al campo, ed avente una certa circonferenza come assintoto. In tal modo il moto della particella si compone di un moto radiale e di una rivoluzione intorno all'asse del sistema, il senso della qüale è il medesimo per gli etettroni che camminano dal catodo verso l'anodo come per i ioni positivi, che camminano dall'anodo verso il catodo. Consegue da ciò, che gli incontri fra particelle di opposta carica sono resi meno probabili, d'onde la previsione di un aumento del p. d. s. Qualcuna delle ultime esperienze descritte in (II) fa vedere invece una diminuzione del p. d. s.: di qui l'importanza del caso considerato, che obbliga alla supposizione della magnetoionizzazione o di altra nuova speciale azione del campo magnetico in più di quella da tutti riconosciuta. Mi limiterò a riportare qui due serie di misure, fra le tante assai concordanti da me eseguite. Per effettuarle ho fatto uso del tubo da scariche rappresentato dalla fig. 6. Esso contiene un elettrodo cilindrico *AB* formato da una lastrina di alluminio applicata contro il vetro, ed un secondo elettrodo *CD* coassiale al primo. Questo ha 5 mm. di diametro, mentre *AB* ha il diametro di 2 c.; entrambi poi sono lunghi 5 c., che è la distanza che separa le faccie polari *MN*, *PQ* dell'elettrocalamita. Il tubo di comunicazione *T* colle pompe è poi formato di due parti unite a smeriglio, e ciò allo scopo di potere dare al tubo anche la posizione trasversale rispetto al campo, come si farà più tardi.

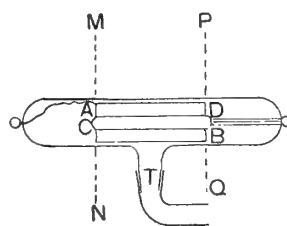



Fig. 6

La seguente tabella presenta i risultati di due serie di misure. La prima colonna, comune alle due serie, contiene la differenza di potenziale applicata agli elettrodi espressa in volta, la seconda e la terza i due valori dell'intensità del campo magnetico fra i quali si osserva l'esistenza della corrente. In questa serie di misure l'elet-

Potenz. in volta	Elettrodo interno + Campo in gauss		Elettrodo interno — Campo in gauss	
350	290	1095	290	3080
440	293	1500	220	3420
540	325	1740	205	>6650
780	370	2190	170	»
960	380	2780	175	»
1170	410	3700	168	»
1385	455	4120	180	»
1775	505	>6650	220	»
2065	525	»	225	»
2410	580	»	240	»
2760	665	»	275	»
3150	675	»	275	3
3680	725	»	300	»
4535			310	»

trodo *CD* funzionava da anodo; ma dopo ogni misura se ne faceva un' altra con cariche invertite, ed i risultati si sono registrati nelle colonne quarta e quinta. La pressione nel tubo era di 0,13 mm.

Il valore 6650 del campo magnetico era il massimo che potessi raggiungere.

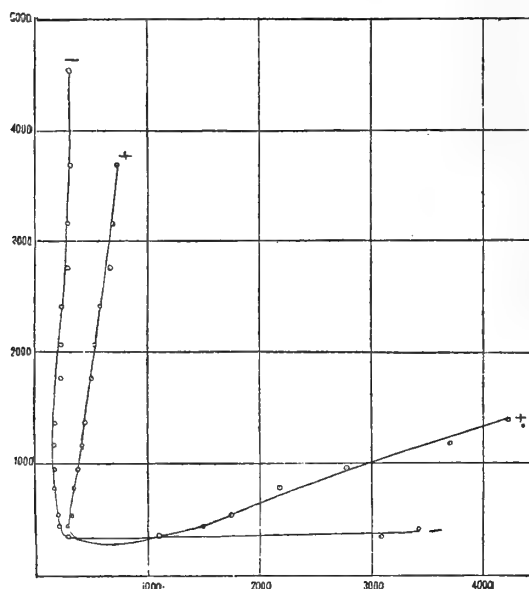



Fig. 7

Coi numeri della precedente tabella ho potuto costruire le curve caratteristiche fig. 7. Esse hanno il consueto andamento; ma non ho potuto aumentare il campo sino ad ottenere il punto di massima ordinata, che invece raggiunsi in altre condizioni sperimentali.

Riescirà utile l'esame della fig. 7, quando si tratterà più oltre delle esperienze elettroscopiche. Per questo medesimo intento ho dovuto fare le misure seguenti.

12. ***Caso in cui il campo è diretto perpendicolarmente all'asse degli elettrodi.*** La tabella seguente dà i risultati ottenuti dopo avere fatto girare di 90° il tubo della fig. 6 intorno al giunto smerigliato *T*. La pressione entro il tubo era sempre 0,13.

Potenz. in volta	Elettrodo interno + Campo in gauss		Elettrodo interno — Campo in gauss	
630	498	1500	—	—
770	420	3650	—	—
945	400	>6650	—	—
1170	420	»	—	—
1260	442	»	—	—
1410	455	»	—	—
2420	—	—	0	50
3150	—	—	0	75
3680	—	—	0	125
3805	—	—	0	156
4535	—	—	0	216

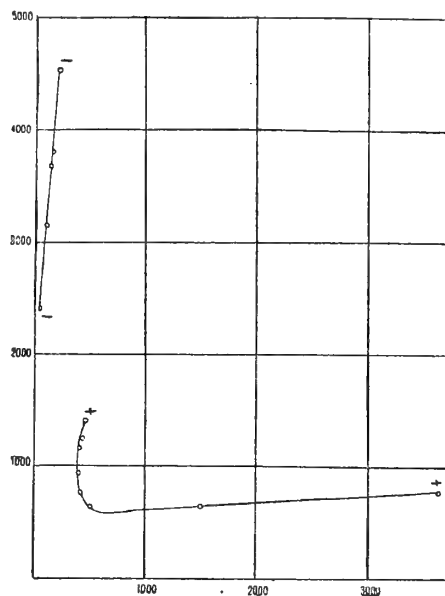
Per rendere chiaro il significato di questa tabella saranno utili le seguenti delucidazioni.

I numeri della seconda e della terza colonna dànno (come nel caso della tabella del § 11) i valori del campo fra i quali si ha corrente nel tubo, ossia le due ascisse della curva caratteristica corrispondenti al valore dell'ordinata scritto nella prima colonna. Per esempio, quando il potenziale ha il valore 945 volta, la corrente, che com-

pare col campo di 400 gauss, persiste per quanto si accresca l'intensità del campo. Se il potenziale applicato non è che 770 volta, la corrente si ha solo quando il campo ha un'intensità compresa fra 420 e 3650 gauss. L'andamento della caretteristica, disegnata nel diagramma fig. 8 e contrassegnata dal + è, come si vede, assai simile a quello delle curve della fig. 7.

Ben diverso è il risultato che si ottiene, quando l'elettrodo interno funziona da catodo, e lo dimostrano i numeri della prima, quarta e quinta colonna dell'ultima tabella. In primo luogo si vede, che non si ebbe la corrente, che allorquando la differenza di potenziale fornita dagli accumulatori raggiunse il valore di 2420 volta (che è all'incirca il p. d. s. per campo nullo), ed in tal caso la corrente cessò non appena crescendo l'intensità del campo, questa raggiunse il valore assai piccolo di 50 gauss; e questi valori aumentarono un poco quando si andò ripetendo l'esperienza con potenziali più elevati.

Fig. 8

La curva segnata — nel diagramma fig. 8 è quella fornita dai precedenti dati. Essa presenta un andamento affatto diverso da quello più usuale, in quanto che essa sale rapidamente senza lasciar scorgere la tendenza a presentare una ordinata massima per poi discendere. Incontrai curve di questo genere altravolta, cioè in certi tubi di forme poco comuni (II).

A questo punto mi venne il dubbio, che probabilmente avrei raggiunto il presupposto tratto discendente della curva, e cioè l'effetto della magnetoionizzazione, se avessi

Pressione 0,16 mm.			Pressione 0,20 mm.			Pressione 0,25 mm.		
Potenz. in volta	Campo in gauss		Potenz. in volta	Campo in gauss		Potenz. in volta	Campo in gauss	
1210	0	50	1020	0	62	350	0	24
1410	0	75	1095	0	75	440	0	31
1765	0	100	1235	0	105	530	0	50
2305	0	145		498	1850		500	560
2670	0	205	1385	0	125	635	0	170
	415	6650		375	2480		260	>6650
2960	0	275	1450	0	175			
	348	>6650		330	>6650			

avuto a mia disposizione un maggior numero di accumulatori. Non avendone altri ebbi l'idea di rifare le misure con rarefezione un poco meno spinta, e ciò perchè di solito si ottengono risultati poco dissimili quando si fa variare nello stesso senso il potenziale e la rarefazione.

La previsione è stata subito confermata, come mostrano i risultati numerici della tabella riportata alla pagina precedente.

Le tre curve costruite con questi dati veggonsi nella fig. 9. Quella che occupa la parte inferiore di essa si riferisce alla pressione 0,25, quella che gli sta al disopra corrisponde alla pressione 0,20, e così di seguito. Infine quella più alta non è altro che la curva segnata — nella figura 8, quì riportata per confronto, e che si riferisce alla pressione 0,13.

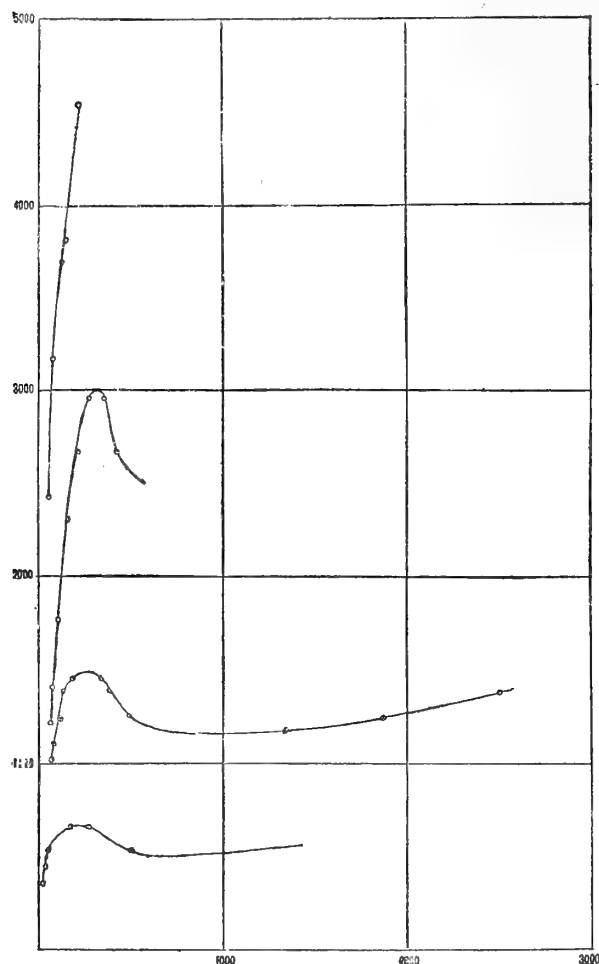



Fig. 9

Come si vede a colpo d'occhio, anche in questo caso del tubo disposto trasversalmente nel campo magnetico e con catodo circondato dall' anodo, si osserva l'effetto della magnetoionizzazione, cioè una diminuzione di p. d. s. entro certi valori della intensità del campo. Ed è degna di nota la circostanza, che nel caso attuale così lievi variazioni della pressione del gas diano luogo a tanto notevoli modificazioni della curva caratteristica.

13. Misure di corrente. Nel corso delle mie ricerche sui raggi magnetici mi si presentò la necessità di studiare quale influenza esercitasse il campo magnetico sulla media intensità della corrente che attraversa un tubo da scariche, come pure sulla differenza di potenziale esistente (durante il passaggio della corrente, e da non confondersi quindi col p. d. s.) agli elettrodi (*). Ora è facile riconoscere, che esiste necessariamente una certa relazione fra il modo nel quale varia il p. d. s. e quello nel quale varia l'intensità della corrente allorchè si fa variare l'intensità del campo magnetico, e che questa relazione permette sino ad un certo punto di farsi una idea dell' andamento della curva caratteristica relativa al potenziale di scarica in base a misure dell' intensità di corrente.

(*) Rend. della R. Acc. dei Lincei, v. XX, pag. 167, 1911. — Phys. Zeitschr. 1911, s. 833. — Le Radium, November 1911.

Sia *ABCD* (fig. 3) la curva caratteristica ed *ON* la differenza di potenziale (minore del valore che ha il p. d. s. quando non esiste campo magnetico) applicata agli elettrodi. Cerchiamo di renderci conto della intensità di corrente pei vari valori dell'intensità del campo magnetico, che supporremo di accrescere lentamente partendo dal valore zero. È chiaro che, sinchè il campo non raggiunge il valore *OR*, l'intensità della corrente è nulla, e che è nulla di nuovo (salvo il solito effetto della ionizzazione durevole) quando l'intensità del campo oltrepassa il valore *OS*; ed è pure chiaro che l'intensità della corrente crescerà da zero sino ad un massimo per poi nuovamente diminuire, allorchè il campo passa gradatamente dal valore *OR* al valore *OS*. Dunque, se facendo variare il campo si trova un massimo di corrente, ciò indica in generale l'esistenza di un minimo di p. d. s. Ma il valore del campo magnetico corrispondente al minimo di p. d. s. non risulterà identico a quello cui corrisponde il massimo di corrente, non fosse altro in causa del solito perdurare della ionizzazione.

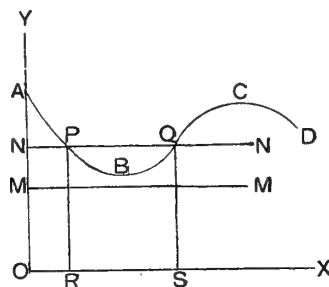



Fig. 3

Analogamente, se si verifica che per un valore del campo maggiore di *OS* manca la corrente, e questa ricompare con un campo anche più intenso, ciò indicherà l'esistenza di un massimo di p. d. s.; e la stessa conclusione si dedurrà, se si constata l'esistenza di un minimo di corrente per una intensità di campo maggiore di *OS*, quando s'impieghi una differenza di potenziale maggiore dell'ordinata del punto *C*.

Ecco dunque che, se si determina la curva avente per ascisse le varie intensità date al campo magnetico e per ordinate le corrispondenti intensità di corrente, tenendo intanto invariabile la forza elettromotrice della batteria di piccoli accumulatori, tale curva fornirà utili indicazioni circa i massimi e minimi della curva caratteristica del p. d. s.

Per giustificare tutto ciò e per dare un esempio riferirò alcuni risultati sperimentali.

Il tubo fig. 6 contenente aria ad un quinto di mm. di pressione era collocato trasversalmente fra i poli dell'elettrocalamita, e funzionava come catodo l'elettrodo interno. La curva caratteristica per questo caso è una di quelle della fig. 9, e precisamente la seconda andando dal basso all'alto. Essa si è riprodotta nella fig. 10 a scopo dei necessari confronti. Dopo avere costruito tale curva ho proceduto alle seguenti misure. Applicata agli elettrodi una differenza di potenziale di 1320 volta ho misurato per diversi valori dal campo l'intensità di corrente indicata dal galvanometro, ed ecco i risultati ottenuti.

Campo in volta	Corrente in microampère	Campo in volta	Corrente in microampère
0	7, 9	480	8, 5
105	6, 6	800	9, 6
125	6, 1	1390	7, 9
160	0	2250	0
420	0		

Prendendo per ascisse i numeri della prima colonna e per ordinate quelli della seconda si è costruita la curva inferiore della fig. 10. L'asse delle intensità di campo magnetico è comune alle due curve.

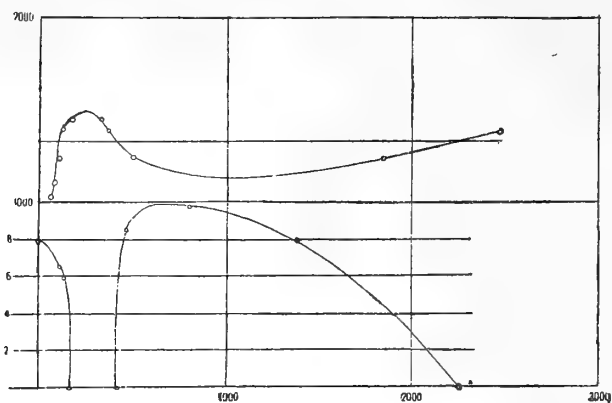



Fig. 10

Esse mostrano a colpo d'occhio, che la corrente manca per quei valori del campo, che sono compresi fra le ascisse dei primi due punti in cui la retta d'ordinata 1320 taglia la curva del p. d. s. e che presenta un massimo d'intensità nell'intervallo fra il secondo ed il terzo dei punti d'incontro suddetti.

Siccome le misure di corrente sono rapide e facili, sarà dunque utile ricorrere ad esse piuttosto che a quelle del p. d. s. per acquistare una prima idea dell'andamento delle curve caratteristiche.

14. Esperienze elettroscopiche. La disposizione sperimentale della fig. 2 egregiamente si presta per fare esperienze qualitative o di dimostrazione. Descriverò qui coi necessarî dettagli, il modo di effettuarle. Tali dettagli potranno a qualcuno apparire superflui, ma tali non saranno giudicati da chi si accinga a riprodurre quelle esperienze (*).

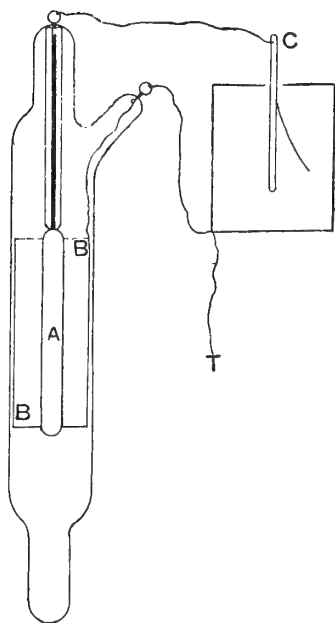



Fig. 11

La fig. 11 indica la forma da preferirsi per il tubo da scarica. I suoi due elettrodi sono cilindrici e coassiali, lunghi circa 5 centimetri. Uno di essi *A* ha 5 mm. di diametro, l'altro *BB*, che è cavo e circonda il primo, ha circa 2 c. di diametro. La pressione dell'aria entro il tubo è fra 5 e 10 centesimi di millimetro. Più la rarefazione è spinta e più alta è la differenza di potenziale a cui conviene portare i due elettrodi (5000 volta in media).

Uno degli elettrodi *A* del tubo vien messo in comunicazione coll'elettroscopio a foglia d'oro (le foglie di ottone o di falso oro sono da preferire) *C*, mentre l'altro elettrodo *BB* comunica colla scatola dell'istrumento e col suolo.

Quando si voglia effettuare una esperienza (e sarà preferibile proiettare una immagine della foglia) si deve cominciare col dare al sistema conduttore *AC* (che deve essere isolato a perfezione) una adeguata carica ricorrendo ad un metodo qualsiasi, per esempio facendo uso di un dielettrico strofinato. Siccome però un potenziale troppo debole rende il risultato nullo o poco appariscente, mentre

(*) Durante la preparazione della presente Memoria ho pubblicato una breve Nota sull'argomento nei Comp. Rend. del 1° maggio 1916.

uno troppo alto conduce ad un altro inconveniente, che spiegherò fra poco, così è assai preferibile far uso per la carica di una buona pila Zamboni, che fornisca il potenziale della dovuta grandezza.

Un tipo di pila, che ho trovato veramente eccellente, è il seguente. I dischetti di carta (portanti come di consueto una sottilissima foglia di stagno su una delle faccie e una leggera spalmatura di biossido di manganese stemprato in latte assai diluito sull'altra faccia) sono introdotti in un lungo tubo di ebanite, ove restano stretti fra due dischi d'ottone, con cui si comincia e si termina la pila. Uno di essi almeno deve essere mobile, ed essere più o meno spinto verso l'interno per mezzo di una vite, con che si comprime così tutta la colonna di dischi. Ora, basta appunto variare il grado di compressione, perchè varii alquanto la differenza di potenziale ai poli della pila secca.

Coll'uso della pila secca si evita facilmente il pericolo, di stabilire per un istante una differenza di potenziale fra gli elettrodi che arrivi al p. d. s. Se ciò accaddesse la foglia dell'elettroscopio immediatamente cadrebbe; dopo di chè si dovrebbe aspettare, prima di ritentare l'esperimento, alquanto tempo, affinchè sparisse la ionizzazione residua entro il tubo. L'impiego di una batteria di accumulatori darebbe altrettanto buoni risultati; ma naturalmente con minor semplicità.

Se dopo aver dato all'apparecchio la richiesta carica, e constatato che la foglia resta sollevata e sensibilmente immobile si accosta al tubo una elettrocalamita anche se di modeste dimensioni, oppure, se questa è lasciata in posto, si manda nel suo avvolgimento una corrente, si vede tosto la foglia cadere sino allo zero o quasi. Il risultato è sensibilmente lo stesso, sia che le linee di forza magnetiche abbiano direzione parallela o perpendicolare all'asse del tubo, purchè però in questo secondo caso siasi data all'elettrodo interno la carica positiva. Infatti in questi casi le curve caratteristiche hanno tal forma (fig. 7 e 8), che esse scendono rapidamente nel tratto corrispondente alle piccole intensità del campo; e l'effetto osservato dipende appunto da tale loro andamento. Per rendersene conto giova prendere nuovamente sottocchio la fig. 3.

Sia ON la differenza di potenziale (minore del p. d. s. OA corrispondente al valore zero del campo) applicata agli elettrodi. Per essere $ON < OA$ non si avrà scarica, e la foglia d'oro resterà a lungo sollevata. Ma se si eccita il campo magnetico e se ne aumenta l'intensità sino al valore OR, cui corrisponde un p. d. s. $RP = ON$, subito la scarica si produce e la foglia cade. Se non fosse per la ionizzazione residua, che protrae il processo di scarica anche quando la differenza di potenziale è divenuta assai minore di RP, la foglia scenderebbe appena, forse anche in modo indiscernibile.

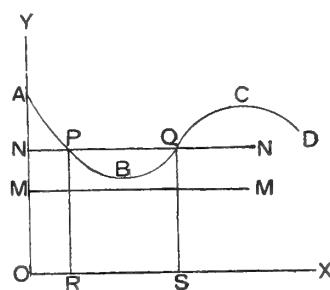



Fig. 3

Poichè, come si è visto, la parte in discesa della curva ABC è effetto di quella speciale azione del campo, di cui l'ipotesi della magnetoionizzazione rende conto, così si può dire, che lo scaricarsi del conduttore AC (fig. 11) è l'effetto visibile della magnetoionizzazione.

Variando di poco l'esperienza si riesce ad ottenere un risultato inverso, e cioè a far veder che, caricato il conduttore mentre agisce un intenso campo magnetico, si ottiene la scarica immediata interrompendo il campo o diminuendone sufficientemente l'intensità. Con ciò non v'è però nessuna contraddizione fra le due esperienze, giacchè questo nuovo fatto accade allorchè interviene quel tratto della caratteristica, che è in salita.

Suppongasi infatti di applicare agli elettrodi la differenza di potenziale ON (fig. 3) mentre esiste un campo magnetico un poco maggiore di OS. Naturalmente, siccome per tale intensità di campo il corrispondente p. d. s. è maggiore di $ON=SQ$, così la foglia d'oro rimarrà sollevata. Ma se si diminuisce l'intensità del campo sino ad OS, subito la scarica ha luogo; e lo stesso risultato si ottiene anche interrompendo la corrente nell'elettrocalamita accostata al tubo, benchè possa aversi alla fine un p. d. s. OA maggiore di ON. Infatti lo scaricarsi del conduttore AC ha largamente il tempo necessario per compiersi mentre il campo passa dal valore OS a quello OR.

Questa seconda esperienza sta a dimostrare, non più la magnetoionizzazione, ma bensì l'effetto d'impedimento alla scarica, da tutti considerato come conseguenza delle deviazioni subìte dalle particelle eletrizzate per opera del campo.

Nei casi delle curve caratteristiche della fig. 7, i tratti ascendenti sono assai lontani dall'asse dei potenziali e quindi corrispondono a grandi intensità del campo. Altrettanto può dirsi per quella delle due curve della fig. 8 che è segnata $+$, e che è relativa al caso in cui è anodo l'elettrodo interno. Invece, nel caso in cui fa da catodo l'elettrodo interno la caratteristica ha una ripida salita in corrispondenza ai piccoli valori del campo, come mostrano anche le curve della fig. 10. Sarà dunque vantaggioso, onde realizzare la seconda esperienza senza dover far uso di campi di grande intensità, il disporla come se si trattasse di eseguire la prima, badando però di dare all'elettrodo interno A carica negativa, e di far agire il campo in direzione trasversale. Ben inteso che il campo deve esistere ora prima di dare la carica.

Per la prima esperienza la direzione del campo non ha, come si disse, che scarsa influenza. Se quindi si addotta stabilmente la posizione della elettrocalamita che dà campo trasversale, si avrà una disposizione unica per le due esperienze; e non si avrà che a cambiare i segni delle cariche per passare dall'una all'altra.

OSSERVAZIONI METEOROLOGICHE DELL'ANNATA 1915

ESEGUITE E CALCOLATE

DALL' ASTRONOMO R. PIRAZZOLI

E DALL'ASTRONOMO AGGIUNTO DR. G. HORN

NELL' OSSERVATORIO DELLA R. UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

MEMORIA

DEL

Prof. MICHELE RAJNA

presentata nell' adunanza del 28 Maggio 1916.

Avvertenze generali.

Le osservazioni meteorologiche che servirono alla compilazione dei quadri che seguono, sono quelle eseguite ogni giorno alle ore 9, 15 e 21 di tempo medio dell' Europa centrale, prescritte dal R. Ufficio centrale di Meteorologia e Geodinamica. Si omettono invece i risultati di un' altra osservazione, che si fa pure ogni giorno alle ore 8, per lo scopo di compilare il telegramma del mattino, che si trasmette al predetto Ufficio.

L' altezza barometrica si legge a un barometro « Fortin », cui si applica la correzione costante + mm. 0,46 determinata anni addietro per cura dell' Ufficio centrale. Il pozzetto del barometro si trova a m. 83,8 di altitudine sul livello del mare (1).

La temperatura dell' aria, all' istante dell' osservazione si legge sul termometro asciutto di un psicrometro di « August », e le temperature estreme su termometri a massima e a minima. I termometri sono collocati sopra la banchina di una gabbia meteorica sporgente a nord della torre, costruita recentemente a perfetta circolazione d' aria, avendo il piano, su cui poggiano i termometri, formato da un reticolato in ferro e le pareti a doppio ordine di persiane. Il piano della banchina si trova all' altezza di m. 90,81 sul livello del mare, ed i bulbi dei termometri sono elevati sul piano stesso di m. 0,26 per il termometro a minima ; di m. 0,41 per quello a massima, e di m. 0,33 per il psicrometro.

---

(1) Da misure dirette prese nell' anno 1904 risulta che il pozzetto del barometro è situato a m. 28,76 di altezza sul caposaldo della livellazione di precisione collocato alla base della torre dell' Osservatorio, sulla facciata esposta a sud-ovest. Tale caposaldo è elevato di m. 2,65 sul suolo e ha la quota di m. 55,066 sopra il livello medio del mare a Genova, secondo una cortese comunicazione dell' Istituto geografico militare. Quindi il pozzetto del barometro ha l' altezza di m. 55,07 + 28,76 = m. 83,83 sul livello del mare.

La quantità della precipitazione si ottiene in millimetri di acqua mediante il pluviometro registratore di « Fuess », provvisto di un sistema di riscaldamento a immersione per ottenere la fusione della neve. A tale sistema di riscaldamento è innestato un termometro, il quale permette di verificare che il liquido riscaldato non raggiunga una temperatura troppo elevata da alterare, per evaporazione, la quantità di acqua caduta. Il pluviometro è collocato nel punto più alto della torre, e ha l'apertura libera superiore a un' altezza di m. 49,20 sul suolo, e di m. 101,62 sul livello del mare.

La tensione del vapore acqueo e l'umidità relativa dell' aria si determinano col psicrometro di « August » a ventilatore a palette, modello ordinario degli Osservatorî italiani.

L' apprezzamento della nebulosità si fa stimando ad occhio quanti decimi di cielo sono coperti dalle nubi in ciascuna osservazione.

La direzione della banderuola dell'anemoscopio serve a stabilire la provenienza del vento; e la velocità oraria in chilometri è data dalla media diurna delle indicazioni dell'anemometro di « Fuess » a registrazione elettrica. La bandueruola dell'anemoscopio e il mulinello a coppe dell'anemometro sono sulla sommità della torre a m. 49,50 di altezza sul suolo.

L'evaporazione diurna dell'acqua si misura ogni giorno alle ore 15 nell'evaporimetro posto nella gabbia meteorica, quindi al nord e all'ombra.

A complemento e controllo delle suddette osservazioni dirette si consultano i diagrammi dei tre registratori « Richard »: barografo, termografo, igrografo.

Riassunto dei quadri mensili.

Barometro.

L' intera oscillazione barometrica dell' anno, cioè la differenza fra i due valori estremi osservati, risultò eguale a 40 millimetri, ed è una delle più ampie che si siano verificate nel periodo di osservazioni 1903 .... 1915. La pressione minima fu di mm. 729,0, nel giorno 22 febbraio, valore mai raggiunto dalle minime annue nello stesso periodo di tempo; la massima invece, eguale a mm. 769,0, nel giorno 21 novembre, è assai vicina al valore massimo normale annuo. La pressione media generale risultò di mm. 752,8, valore questo non mai raggiunto in alcuno degli anni del suddetto periodo 1903 .... 1915 e alquanto inferiore al valor medio normale risultante da un lungo periodo di osservazioni.

Fra le variazioni secondarie, comprese nella escursione generale, le più considerevoli per ampiezza di oscillazione furono quelle di gennaio, febbraio e marzo, eguali rispettivamente a millimetri 33,8 ; 35,7 ; 27,1. In questi stessi mesi si ebbero le medie mensili più basse, e specialmente quella di gennaio, eguale a mm. 746,4, rappresenta un valore veramente eccezionale. Corrispondentemente a tale notevole e persistente

depressione barometrica, si verificarono perturbazioni atmosferiche con frequenti precipitazioni di acqua e di neve.

Temperatura.

La temperatura si manifestò generalmente mite, tanto rispetto ai freddi invernali, che per i calori estivi. Infatti nel mese di gennaio, che ordinariamente è il più rigido dell'anno, il termometro discese ben poche volte e di poco al disotto dello zero; altrettanto accadde in febbraio, eccezion fatta per i primi giorni del mese, in cui il freddo fu alquanto più intenso. In segnito il termometro segnò temperature costantemente superiori allo zero e via via crescenti quasi regolarmente fino ai calori estivi. Questi non furono molto intensi, ma per compenso ebbero assai lunga durata, essendo incominciati in sul finire di maggio, e terminati agli ultimi giorni di settembre.

I valori estremi osservati furono, per il massimo, + 32°,9, il giorno 10 agosto, data alquanto tardiva rispetto alla data normale del massimo estivo, che, da un quarantacinquennio di osservazioni risultò stabilito intorno alla metà di luglio; per il minimo, — 4°,1, il giorno 29 novembre, e questa data è eccezionalmente irregolare, poichè il valore minimo invernale accade normalmente circa alla metà di gennaio. La media generale della temperatura, calcolata in base ai quattro valori giornalieri delle ore 9, ore 15, massimo e minimo, risultò di 13°,2, ciò fu di 4 decimi di grado inferiore al valor medio normale annuo. Fra le temperature medie di ciascun mese presentarono notevole anomalia quelle del primo e dell'ultimo mese dell'anno rispetto ai corrispondenti valori normali dell'anno; quelle degli altri mesi invece seguirono abbastanza da vicino l'andamento dei valori normali, come si vede chiaramente del prospetto seguente:

TEMPERATURA MEDIA

	genn.	febbr.	marzo	aprile	maggio	giugno	luglio	agosto	settem.	ottobre	novem.	dicem.
Anno 1915	3°,2	3°,9	9°,1	12°,3	18°,9	21°,6	24°,4	22°,3	17°,7	11°,9	6°,7	6°,0
Anno normale	1,5	3,9	8,3	13,4	18,3	22,7	25,2	24,3	20,0	14,9	8,1	3,3

Inoltre furono registrate 26 giorni con gelo così ripartiti: 10 in gennaio; 5 in febbraio; 1 in marzo; 5 in novembre e 5 in dicembre.

Precipitazioni.

Il numero totale dei giorni con precipitazione, cioè di quelli nei quali l'altezza dell'acqua raccolta nel pluviografo non fu inferiore a 1 decimo di millimetro, risultò

eguale a 103. Questi rispetto alla qualità della precipitazione, per 86 appartengono alla pioggia, 5 alla neve, 7 alla pioggia mista a neve e 5 alla pioggia mista a grandine minuta. L'altezza complessiva dell'acqua caduta fu uguale a mm. 657,7; questo valore è assai vicino al valore normale annuo (mm. 663,8), che fu stabilito in base alle indicazioni di un intero secolo di osservazioni (1813 .... 1912), eseguite senza alcuna interruzione in questo Osservatorio. L'altezza dell'acqua caduta in ciascun mese fu molto irregolare e in generale discorde da quella dei corrispondenti valori normali: se ne allontanarono per difetto specialmente i mesi di marzo, aprile e dicembre, e per eccesso i mesi di gennaio e, sopra tutti, di agosto, come risulta evidente dal seguente specchietto:

PRECIPITAZIONE (pioggia, neve e grandine fuse).

	genn.	febbr.	marzo	aprile	maggio	giugno	luglio	agosto	settem.	ottobre	novem.	dicem.
Anno 1915	mm. 74, 6	mm. 47, 8	mm. 13, 1	mm 28, 8	mm. 74, 3	mm. 65, 4	mm. 25, 1	mm. 115, 5	mm. 68, 1	mm. 79, 8	mm. 49, 2	mm 16, 0
Anno normale	38, 7	41, 4	51, 6	57, 9	66, 3	56, 3	35, 2	41, 6	62, 6	87, 5	74, 1	50, 5

Inoltre furono registrate le precipitazioni incalcolabili, cioè quelle che non raggiunsero 1 decimo di millimetro di altezza, o anche furono limitate alla caduta di poche gocce o di piccoli fiocchetti di neve, e ciò avvenne complessivamente in 39 giorni dell' anno.

Fu pure determinata l'altezza raggiunta dalla neve, quando questa cadde non mista a pioggia, mediante la media di varie misure eseguite sulla terrazza superiore dell' Osservatorio, e risultò eguale a centimetri 51.

Temporali.

I temporali che svolsero attività elettrica sopra la città, cioè i così detti temporali locali, furono i seguenti:

1° — Il giorno 28 marzo, proveniente da WNW alle ore 14 e sparito verso levante alle $15^h\ 30^m$; tuoni poco frequenti, piuttosto forti con un fulmine nel momento della fase massima sulle $14^h\ 30^m$; lampi a zig-zag intensi; pioggia generalmente forte.

2° — Il giorno 8 giugno con origine a NE intorno alle 13^h e termine sulle 14^h verso ponente; tuoni prolungati; qualche lampo intenso a zig-zig; breve acquazzone con chicchi di grandine minuta come piselli.

3° — Il giorno 10 giugno proveniente da SE intorno alle 16 e sparito a SW alle ore 17; nubi nere ed opache occupanti metà circa del cielo visibile mandavano

guizzi di lampi luminosi, alcuni di luce vivissima, abbagliante, seguiti da potenti scoppî di fulmine; breve e poca pioggia.

4° — Il giorno 23 giugno con origine a SE alle 11^h 15^m e termine a SW alle ore 14; scarsa attività elettrica di lampi e tuoni con due brevi acquazzoni.

5° — Il giorno 25 giugno proveniente da SW alle ore 14, con nubi in forma di fracto-cumuli; lampi intensi a zig-zag, o diffusi; tuoni generalmente deboli; alcuni fulmini, e due brevi acquazzoni.

6° — Il giorno 1° luglio proveniente da levante intorno alle 18 e sparito a ponente alle 19^h 30^m; lampi diffusi e intensi; tuoni prolungati, talvolta forti, e breve pioggia piuttosto forte.

7° — La notte 30-31 luglio proveniente da N e diretto a SW; tuoni deboli e prolungati; lampi frequentissimi, abbaglianti e diffusi, dalle 23^h 30^m fino a 1^h circa; pioggia, da prima torrenziale, poscia leggiera.

8° — Il giorno 4 agosto con origine a nord sulle ore 14 e termine a sud intorno alle ore 16; tuoni prolungati, continui e deboli con un fulmine scoppiato a breve distanza alle 14^h 45^m; lampi deboli diffusi e a zig-zag; pioggia fortissima con chicchi di grandine minuta come piselli.

9° — Il giorno 12 agosto preveniente da NE intorno alle ore 13 e sparito verso S alle 14^h 30^m; nembi opachi e densissimi che scaricarono una pioggia torrenziale violentissima con pochi chicchi di grandine minuta; attività elettrica di poca intensità, ad eccezione di un fulmine scoppiato alle 14, preceduto da vivissimo guizzo di lampo.

10° — Il giorno 13 agosto proveniente da N con nubi molto oscure e tuoni e lampi deboli dalle 10^h 40^m alle 11^h 45^m; pioggia violentissima specialmente intorno alle ore 11.

11° — Il giorno 21 agosto proveniente da S intorno alle ore 15; debole attività elettrica con pochissima pioggia a grosse gocce miste a chicchi di grandine minuta.

12° — Il giorno 3 settembre provenienne da SW intorno alle ore 13 e sparito a NE alle 15; tuoni generalmente deboli e prolungati; lampi deboli e diffusi; acquazzone con alcuni colpi di vento forte.

13° — Il giorno 25 settembre proveniente da SE alle ore 15 e allontanatosi a ponente alle 18^h 30^m; tuoni deboli e prolungati; lampi intensi e diffusi; pioggia forte.

14° — Il giorno 29 settembre con origine a NW intorno alle ore 22 e diretto verso NE; lampi intensissimi a zig-zag, generalmente muti; pioggia ordinaria; vento impetuoso del terzo quadrante.

Oltre i temporali locali su riferiti, furono osservati temporali vicini nei giorni: 30 marzo; 10, 22, 25, 28 e 30 aprile; 14, 18, 19 e 29 maggio; 9, 10, 19 e 24 giugno; 18 luglio; 3 e 31 agosto; 2 e 27 settembre; 5 e 30 ottobre. Lampi muti furono segnalati nella sera dei giorni: 31 maggio; 3, 8, 13, 27, 29 e 30 giugno; 13 luglio; 14 agosto.

Tensione del vapore acqueo e umidità relativa.

La media generale della tensione del vapore acqueo risultò eguale a mm. 8,4; i valori medi mensili, più bassi in gennaio e febbraio, aumentarono regolarmente fino al valore medio massimo, che fu quello di giugno eguale a mm. 13,2, e poscia discesero quasi regolarmente fino alla fine dell'anno, seguendo con un certo parallelismo l'andamento dei corrispondenti valori medî termici.

Rispetto alla umidità relativa, il valore medio annuo risultò eguale a 69 parti centesimali di saturazione; i valori medi di ciascun mese furono piuttosto irregolari; per altro furono maggiori nei primi e negli ultimi mesi dell'anno, e minori nei mesi intermedi, cioè ebbero un andamento sensibilmento inverso a quello della temperatura, come appare manifesto dall'esame del seguente prospetto:

VALORI MEDI

	genn.	febbr.	marzo	aprile	maggio	giugno	luglio	agosto	settem.	ottobre	novem.	dic.
Temperatura	3°,2	3°,9	9°,1	12°,3	18°,9	21°,6	24°,4	22°,3	17°,7	11°,9	6°,7	6°,0
Tens. vap. acq.	mm. 4,6	mm 4,4	mm. 5,7	mm 7,4	mm. 11,2	mm 13,2	mm. 12,2	mm. 12,4	mm. 9,6	mm 8,5	mm. 5,6	mm 6,4
(parti centesimali) Umidità relat.	78	71	63	66	67	67	52	60	61	78	73	87

I valori estremi raggiunti dalla tensione del vapore acqueo furono alquanto considerevoli, tanto per il valore minimo, eguale a mm. 1,2, che si verificò il giorno 2 marzo, quanto per il valore massimo, eguale a mm. 18,5 che avvenne il giorno 29 luglio.

Per l'umidità relativa, l'estremo inferiore fu eguale a 12, ed avvenne nello stesso giorno 2 marzo, in cui accadde il minimo della tensione; il grado 100 di saturazione dell'aria fu registrato nei giorni: 11 febbraio; 6, 7, 17, 18, 20, 25, 27, 28 dicembre.

Provenienza e velocità del vento.

La provenienza del vento fu registrata solamente 728 volte, trascurando le rimanenti 367 volte in cui si fece l'osservazione durante l'anno, perchè in queste l'anemometro indicava la calma assoluta.

Rispetto ai principali 8 rombi di vento, le provenienze registrate risultarono così ripartite: 60 volte di nord; 17 di nord-est; 21 di est; 48 di sud-est; 49 di sud; 120 di sud-ovest; 319 di ovest; 94 di nord-ovest. Risultò quindi di gran lunga dominante il vento di ponente, il che si verifica d'ordinario ogni anno in questa regione.

La velocità oraria media dell'anno fu eguale a Km. 5,5. In generale la forza del vento fu debole o moderata; assunse talvolta il carattere di vento forte o quasi forte, specialmente nel mese di luglio per 14 giorni il vento di libeccio; e di vento impetuoso, il levantino del 22 febbraio.

Nebulosità ed evaporazione.

Il numero dei giorni con cielo sereno fu in tutto l'anno eguale a 78; con cielo misto 203; con cielo coperto 84, indicando, giusta la solita convenzione, con cielo sereno quei giorni nei quali la somma dei decimi di cielo coperto dalle nubi nelle tre osservazioni giornaliere risultò non superiore a 3; con cielo misto quei giorni nei quali tale somma rimase compresa fra 4 e 26; con cielo coperto quei giorni nei quali la somma stessa fu superiore a 26. La media nebulosità dell'anno fu esattamente eguale a 5 decimi.

Il totale annuo dell'evaporazione risultò di mm. 1148,7. La quantità relativa a ciascun mese fu proporzionale, oltre che al corrispondente valore termico, alla intensità della forza del vento; il che si rese evidente specialmente nel mese di luglio, ove la maggior quantità di evaporazione fu causata non tanto dalle alte temperature quanto dai forti venti di libeccio che vi dominarono.

Osservazioni meteorologiche fatte nell' Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83^m, 8)

Giorni del mese	GENNAIO 1915 — Tempo medio dell' Europa centrale										Precipitazione pioggia, neve e grandine fuse	Forma delle precipitazioni
	Barometro ridotto a 0° C.				Temperatura centigrada							
	9^h	15^h	21^h	Media	9^h	15^h	21^h	Mass.	Min.	Media mass. min. 9^h, 21^h		
	mm.	mm.	mm.	mm.	°	°	°	°	°	°	mm.	
1	750, 2	747, 6	747, 6	748, 5	1, 4	2, 4	2, 0	2, 9	1, 0	1, 8	4, 5	pioggia
2	744, 0	740, 2	741, 4	741, 9	2, 2	2, 2	4, 0	4, 0	1, 4	2, 9	0, 8	pioggia
3	743, 0	741, 2	735, 0	739, 7	3, 0	4, 2	4, 4	5, 2	1, 4	3, 5	incalc.	gocce
4	735, 3	737, 2	741, 0	737, 8	2, 2	7, 6	5, 3	8, 6	2, 0	4, 5	1, 2	pioggia
5	747, 2	749, 5	751, 7	749, 4	2, 8	6, 2	4, 2	6, 3	2, 1	3, 8		
6	754, 3	753, 9	756, 2	754, 8	2, 2	6, 6	5, 0	6, 8	1, 6	3, 9		
7	755, 7	754, 2	754, 1	754, 7	3, 0	6, 2	4, 9	6, 4	2, 9	4, 3		
8	751, 0	751, 3	751, 0	751, 1	1, 8	6, 3	6, 0	6, 7	0, 8	3, 8		
9	747, 8	743, 6	743, 0	744, 8	1, 4	2, 6	1, 2	6, 2	0, 8	2, 4	12, 2	pioggia e neve
10	745, 1	747, 8	751, 0	748, 0	3, 0	5, 8	2, 4	5, 8	0, 2	2, 8	0, 6	pioggia e neve
11	752, 2	749, 9	747, 9	750, 0	0, 2	2, 6	1, 6	3, 8	— 0, 8	1, 2		
12	743, 2	744, 9	748, 6	745, 6	1, 0	5, 3	4, 5	5, 4	0, 2	2, 8	0, 6	neve
13	753, 0	755, 3	757, 1	755, 1	6, 0	8, 6	7, 2	8, 8	4, 0	6, 5		
14	758, 7	757, 7	757, 8	758, 1	3, 8	7, 7	5, 8	7, 7	3, 4	5, 2		
15	757, 9	756, 2	754, 9	756, 3	3, 0	6, 3	5, 2	6, 8	3, 0	4, 5		
16	750, 6	746, 0	744 7	747, 1	3, 4	5, 7	3, 3	6, 0	2, 9	3, 9		
17	747, 2	747, 4	747, 8	747, 5	3, 4	6, 1	4, 6	7, 3	3, 0	4, 6		
18	750, 1	750, 9	752, 8	751, 3	1, 6	2, 3	2, 0	5, 2	— 0, 6	2, 0	14, 4	neve
19	757, 0	759, 0	762, 1	759, 4	3, 2	5, 2	3, 9	6, 3	1, 1	3, 6	14, 3	neve e pioggia
20	763, 2	760, 5	759, 1	760, 9	— 0, 4	1, 2	0, 3	3, 9	— 1, 0	0, 7	incalc.	fiocchi
21	751, 5	744, 9	740, 7	745, 7	1, 0	2, 4	4, 2	4, 2	— 0, 5	2, 2	2, 0	neve
22	736, 3	735, 0	735, 2	735, 5	1, 0	3, 0	2, 0	4, 9	0, 8	2, 2	incalc.	fiocchi
23	730, 3	729, 4	732, 8	730, 8	1, 6	3, 2	3, 2	3, 2	— 0, 3	1, 9	5, 8	neve e pioggia
24	738, 4	737, 8	736, 8	737, 7	3, 6	3, 8	4, 1	5, 3	2, 8	4, 0	10, 9	neve e pioggia
25	736, 3	735, 6	736, 4	736, 1	3, 4	3, 8	5, 4	5, 4	2, 6	4, 2		
26	738, 4	738, 8	738, 7	738, 6	3, 2	2, 7	2, 3	5, 5	1, 2	3, 0	incalc.	gocce
27	736, 3	735, 2	734, 8	735, 4	2, 0	2, 6	3, 3	4, 5	1, 0	2, 7	2, 3	neve
28	733, 8	735, 3	737, 9	735. 7	0, 8	4, 4	4, 8	7, 5	— 0, 2	3, 2	5, 0	neve
29	740, 6	740, 0	740, 6	740, 4	2, 0	3, 3	4, 2	5, 2	1, 4	3, 2		
30	744, 0	746, 0	749, 2	746, 4	— 0, 6	3, 1	2, 6	4, 6	— 0, 6	1, 5		
31	754, 0	754, 3	754, 3	754, 2	1, 6	3, 4	2, 0	5, 2	0, 2	2, 2		
	746, 7	746, 0	746, 5	746, 4	2, 2	4, 4	3, 7	5, 7	1, 2	3, 2	74. 6	

Altezza barometrica massima 763, 2 mm g. 20 — Temperatura massima 8°, 8 g. 13
» » minima 729, 4 » 23 — » minima — 1, 0 » 20
» » media 746, 4 — » media 3, 2

Nebbia nei giorni 1, 2, 3, 5, 8, 9, 11, 15, 16, 24, 25, 26, 27.
Brina nei giorni 3, 5, 8, 9, 11, 17.
Gelo nei giorni 3, 12, 20, 21, 22, 23, 28, 29, 30, 31.

Osservazioni meteorologiche fatte nell'Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m,8)

GENNAIO 1915 — Tempo medio dell'Europa centrale

Giorni del mese	Tensione del vapore acqueo in millimetri				Umidità relativa in centesimi				Nebulosità relat. in decimi			Provenienza del vento			Velocità media del vento in chilom. all'ora	Evaporazione nelle 24 ore
	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	9h	15h	21h		mm
1	4,5	4,9	4,9	4,8	89	89	93	90	10	10	6	W	W	W	7	0,4
2	5,0	4,8	5,1	5,0	93	89	83	88	10	10	3	W	NW	W	8	1,0
3	4,7	5,6	5,9	5,4	83	90	93	89	2	10	10	?	NE	?	6	1,2
4	4,4	5,8	5,0	5,1	82	75	75	77	2	1	3	NW	?	?	4	0,2
5	4,4	5,2	5,0	4,9	80	73	80	78	2	6	10	W	?	?	1	1,0
6	4,4	4,0	5,1	4,5	82	63	78	74	2	0	0	W	?	?	1	1,3
7	4,5	5,1	5,6	5,1	80	72	86	79	0	8	8	?	?	?	0	1,2
8	4,5	6,1	5,5	5,4	85	85	79	83	0	10	0	?	?	?	1	0,5
9	4,7	5,4	4,6	4,9	93	91	92	92	10	10	10	?	?	W	3	0,3
10	4,3	4,5	5,1	4,6	76	65	93	78	0	8	0	W	W	W	8	0,3
11	4,3	4,6	3,8	4,2	93	82	74	83	10	0	0	?	?	?	0	gelato
12	4,2	4,3	3,2	3,9	85	65	51	67	10	1	0	W	W	SW	14	1,9(*)
13	2,9	3,8	2,6	3,1	42	45	34	40	0	4	0	SW	W	W	16	4,0
14	4,0	3,9	4,3	4,1	67	50	62	60	2	7	4	?	?	?	2	2,4
15	4,3	4,3	5,1	4,6	76	61	76	71	0	3	10	?	?	?	0	0,9
16	4,9	5,2	4,5	4,9	83	75	78	79	8	6	0	W	?	W	3	0,8
17	4,9	6,5	4,8	5,4	83	92	76	84	0	2	6	W	?	SE	3	1,3
18	4,8	4,9	4,9	4,9	93	91	93	92	10	10	10	W	W	W	3	0,3
19	5,4	6,2	3,8	5,1	93	94	67	85	10	10	0	?	?	?	2	0,5
20	3,4	3,9	3,6	3,6	78	78	77	78	0	1	10	W	W	W	5	0,3
21	4,0	4,1	4,5	4,2	81	75	72	76	10	10	10	W	W	?	10	gelato
22	3,7	3,5	4,2	3,8	75	61	79	72	10	10	10	?	?	?	0	3,2(*)
23	4,6	4,4	5,2	4,7	89	76	90	85	10	10	10	W	W	W	16	0,0
24	4,9	5,8	5,3	5,3	83	93	87	88	10	10	10	?	?	S	3	0,6
25	5,4	5,3	5,3	5,3	93	88	78	86	10	10	6	W	SW	SW	6	0,4
26	4,9	4,9	4,4	4,7	86	88	81	85	10	10	10	?	?	W	4	1,4
27	5,1	4,9	4,9	5,0	96	89	85	90	10	10	10	W	W	?	2	0,6
28	4,0	5,7	4,8	4,8	81	90	74	82	10	10	10	W	W	?	3	gelato
29	4,2	4,0	4,1	4,1	79	69	76	75	10	10	0	W	W	W	3	1,1(*)
30	3,2	2,8	2,9	3,0	73	49	52	58	0	0	0	W	W	W	5	1,1
31	3,6	2,6	3,0	3,1	69	44	57	57	0	0	0	W	SW	SW	6	2,3
	4,4	4,7	4,5	4,6	82	76	76	78	6	7	6				5	1,0

Tens. del vapor acq. mass. 6,5 mm g. 17
» » » » min. 2,6 » 13, 31
» » » » media 4,6

Umidità relativa mass. 96 g. 27
» » min. 34 » 13
» » media 78

Proporzione dei venti nel mese

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
0	1	0	1	1	6	42	2

Media nebulosità relativa nel mese in decimi: 6

(*) Comprende anche l'evaporazione del giorno precedente in cui l'evaporimetro rimase gelato.

Osservazioni meteorologiche
fatte nell'Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

Giorni del mese	FEBBRAIO 1915 — Tempo medio dell'Europa centrale										Precipitazione pioggia, neve e grandine fuse	Forma delle precipitazioni
	Barometro ridotto a 0° C.				Temperatura centigrada							
	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	Mass.	Min.	Media mass. min. 9h, 21h		
	mm	mm.	mm.	mm.	o	o	o	o	o	o	mm.	
1	754, 2	755, 3	757, 2	755, 6	— 0, 2	3, 7	2, 3	4, 4	— 2, 7	1, 0		
2	760, 2	761, 2	762, 6	761, 3	0, 8	2, 9	2, 3	3, 7	— 0, 2	1, 6		
3	764. 7	764, 1	763, 1	764, 0	2, 0	4, 0	0, 4	4, 2	— 2, 6	1, 0		
4	761, 5	760, 8	760, 7	761, 0	1, 8	4, 2	2, 2	5, 0	— 0, 6	2, 1		
5	760, 7	759, 0	759, 4	759, 7	1, 2	5, 1	4, 2	5, 4	— 2, 7	2, 0		
6	757, 9	757, 4	757, 9	757, 7	3, 0	5, 2	3, 2	5, 6	2, 3	3, 5		
7	759, 0	759, 1	760, 6	759, 6	2, 2	3, 4	3, 0	5, 4	1, 4	3, 0	incalc.	gocce
8	762, 0	761, 5	761, 5	761, 7	4, 0	5, 7	5, 0	6, 3	2, 7	4, 5		
9	759, 0	755, 9	754, 2	756, 4	2, 4	3, 4	3, 0	5, 0	2, 0	3, 1		
10	747, 0	745, 4	746, 9	746, 4	4, 2	8, 2	7, 2	8, 5	1, 4	5, 3	0, 2	pioggia
11	750, 9	747, 3	746, 0	748, 1	3, 0	1, 7	4, 4	7, 8	1, 5	4, 2	17, 3	pioggia
12	746, 9	747, 5	749, 6	748, 0	2, 4	8, 2	3, 2	8, 4	2, 2	4, 0	8, 1	pioggia
13	751, 7	751, 8	751, 5	751, 7	3, 8	2, 2	2, 2	5, 0	1, 0	3, 0		
14	745, 3	741, 2	742, 6	743, 0	4, 4	3, 7	3, 4	8, 7	1, 0	4, 4	incalc.	gocce
15	746, 2	748, 4	749, 7	748, 1	4, 4	8, 4	8, 0	10, 2	2, 3	6, 2	incalc.	gocce
16	753, 2	754, 6	757, 7	755, 2	3, 0	5, 0	5, 0	8, 0	2, 5	4, 6	incalc.	gocce
17	761, 2	761, 0	760, 6	760, 9	4, 8	7, 4	5, 2	7, 8	4, 3	5, 5		
18	758, 3	756, 1	754, 0	756, 1	3, 2	7, 7	5, 4	7, 8	2, 3	4. 7		
19	748, 9	745, 0	744, 4	746, 4	1, 2	2, 7	2, 3	5, 4	0, 6	2, 4	0, 7	pioggia
20	740, 9	732, 0	732, 6	735, 2	2, 4	6, 6	4, 4	9, 3	1, 3	4, 4	7, 0	pioggia
21	735, 9	737, 2	739, 4	737, 5	5, 0	8, 2	6, 5	8, 4	2, 1	5, 5		
22	738, 9	735, 3	729, 0	734, 4	3, 8	7, 0	5, 6	7, 7	2, 5	4, 9	0, 1	pioggia
23	732, 4	735, 1	739, 7	735, 7	4, 2	6, 8	5, 6	6, 9	1, 4	4, 5	13, 8	pioggia
24	744, 9	745, 8	747, 6	746, 1	6, 2	9, 4	7, 9	9, 5	5, 3	7, 2	0, 6	pioggia
25	753, 0	753, 7	755, 9	754, 2	4, 0	8, 0	4, 7	8, 7	3, 8	5, 3		
26	759, 2	759, 5	761, 2	760, 0	2, 2	7, 7	4, 2	8, 8	1, 8	4, 2		
27	763, 1	762, 2	762, 5	762, 6	2, 2	5, 7	3, 6	6, 1	1, 8	3, 4		
28	759, 1	756, 2	754, 1	756, 5	3, 0	6, 3	4, 2	7, 0	0, 5	3, 7		
	752, 7	751, 8	752, 2	752, 3	3, 0	5, 7	4, 2	7, 0	1, 4	3, 9	47, 8	

Altezza barometrica massima 764,7 mm g. 3
» » minima 729,0 » 22
» » media 752,3

Temperatura massima 10°,2 g. 15
» minima — 2,7 » 1, 5
» media 3,9

Nebbia nei giorni 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 20, 25.
Gelo nei giorni 1, 2, 3, 4, 5.

Osservazioni meteorologiche fatte nell' Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

FEBBRAIO 1915 — **Tempo medio dell' Europa centrale**

Giorni del mese	Tensione del vapore acqueo in millimetri 9h	15h	21h	Media	Umidità relativa in centesimi 9h	15h	21h	Media	Nebulosità relat. in decimi 9h	15h	21h	Provenienza del vento 9h	15h	21h	Velocità media del vento in chilom. all'ora	Evaporazione nelle 24 ore (mm.)
1	2,8	2,7	3,9	3,0	63	45	63	57	10	0	0	W	W	SW	7	0,3
2	2,5	3,0	3,3	2,9	51	53	60	55	0	0	0	W	W	W	10	gelato
3	3,2	3,3	3,1	3,2	60	55	65	60	0	5	0	W	W	SW	4	6,2(*)
4	2,6	3,0	3,1	2,9	50	49	56	52	8	2	0	?	?	?	2	2,0
5	3,1	3,4	3,7	3,4	62	53	60	58	0	0	6	W	?	?	2	1,8
6	3,9	4,0	4,1	4,0	69	60	71	67	5	6	8	?	?	W	1	1,6
7	4,4	4,3	4,3	4,3	82	73	76	77	10	10	10	W	?	W	3	1,4
8	4,5	5,4	5,2	5,0	74	74	79	76	10	7	10	W	W	?	5	1,6
9	5,1	5,2	4,8	5,0	93	90	84	89	10	10	10	?	?	SW	2	1,0
10	5,2	6,1	4,8	5,4	84	75	63	74	10	10	0	?	S	S	7	0,6
11	4,7	5,2	5,1	5,0	83	100	90	91	10	10	10	?	W	W	13	1,6
12	5,1	6,0	5,2	5,4	93	74	90	86	10	9	10	S	W	W	4	1,0
13	4,8	4,9	4,2	4,6	80	91	79	83	3	10	10	W	?	?	4	1,2
14	6,1	5,5	4,9	5,5	97	91	83	90	10	10	10	E	W	W	9	0,5
15	4,8	5,8	4,7	5,1	77	70	59	69	0	10	0	W	S	SW	15	0,6
16	4,9	4,8	4,2	4,6	86	73	64	74	10	10	0	W	SW	W	7	1,5
17	3,6	4,0	4,5	4,0	56	51	67	58	0	1	0	W	W	?	4	4,0
18	3,6	4,3	4,3	4,1	63	55	65	61	10	10	9	?	?	SE	2	0,4
19	4,3	4,8	4,7	4,6	85	86	87	86	10	10	10	W	W	W	4	1,1
20	4,9	6,4	5,2	5,5	89	88	84	87	10	10	10	W	SE	W	13	0,4
21	4,5	5,5	5,5	5,2	69	67	76	71	3	7	8	?	?	?	2	2,0
22	5,0	6,5	5,8	5,6	83	87	85	85	5	10	10	SE	S	E	12	0,9
23	5,6	6,0	6,0	5,9	90	81	88	86	10	10	10	W	W	W	7	0,9
24	5,2	5,0	5,3	5,2	73	56	67	65	10	8	7	W	W	?	3	2,0
25	5,1	2,9	3,2	3,7	83	34	50	56	8	4	2	?	NE	?	2	3,5
26	4,0	2,7	3,5	3,4	75	36	57	55	0	3	0	W	NE	N	3	2,7
27	3,5	2,8	3,5	3,3	64	41	59	55	0	3	0	NW	NE	?	2	2,2
28	3,6	3,7	3,8	3,7	63	52	61	59	0	0	0	?	?	?	2	3,2
	4,3	4,5	4,4	4,4	75	66	71	71	6	7	5				5	1,6

Tens. del vapor acq. mass. 6,5 mm g. 22
» » » » min. 2,5 » 2
» » » » media 4,4

Umidità relativa mass. 100 g. 11
» » min. 34 » 26
» » media 71

Proporzione dei venti nel mese

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
1	3	2	3	5	5	36	1

Media nebulosità relativa nel mese in decimi
6

(*) Comprende anche l'evaporazione del giorno precedente in cui l'evaporimetro rimase gelato.

Osservazioni meteorologiche
fatte nell' Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

Giorni del mese	MARZO 1915 — Tempo medio dell' Europa centrale										Precipitazione pioggia, neve e grandine fuse	Forma delle precipitazioni
	Barometro ridotto a 0° C.				Temperatura centigrada							
	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	Mass.	Min.	Media mass. min. 9h, 21h		
	mm.	mm.	mm.	mm.	o	o	o	o	o	o	mm.	
1	750, 6	747, 4	745, 7	747, 9	1, 4	6, 2	4, 8	7, 0	0, 0	3, 3		
2	749, 2	751, 6	754, 4	751, 7	4, 8	11, 0	7, 8	11, 1	2, 3	6, 5		
3	756, 6	756, 4	757, 1	756, 7	7, 6	10, 9	8, 4	11, 2	5, 5	8, 2		
4	757, 9	757, 8	759, 4	758, 4	6, 2	11, 1	9, 0	11, 5	3, 6	7, 6		
5	759, 3	756, 6	755, 8	757, 2	7, 6	13, 6	10, 5	14, 4	6, 4	9, 7		
6	752, 5	748, 9	747, 0	749, 5	9, 0	15, 7	13, 4	17, 1	8, 2	11, 9		
7	744, 6	742, 2	740, 6	742, 5	8, 0	15, 0	13, 0	16, 1	6, 6	10, 9		
8	741, 6	742, 3	744, 6	742, 8	7, 4	8, 6	5, 2	13, 0	5, 2	7, 7	incalc.	gocce
9	748, 2	748, 5	748, 9	748, 5	2, 4	3, 0	3, 6	5, 8	1, 9	3, 4	1, 1	pioggia e neve
10	749, 4	748, 7	750, 0	749, 4	2, 8	6, 2	4, 7	6, 6	1, 8	4, 0		
11	751, 5	750, 4	752, 1	751, 3	3, 8	8, 0	5, 4	9, 2	2, 0	5, 1		
12	756, 4	756, 6	757, 9	757, 0	3, 8	9, 5	6, 7	11, 1	1, 6	5, 8		
13	758, 2	756, 0	755, 8	756, 7	7, 8	12, 9	9, 7	13, 3	5, 1	9, 0		
14	755, 1	753, 3	754, 5	754, 3	9, 4	14, 0	9, 9	15. 0	6, 8	10, 3		
15	757, 2	756, 0	756, 4	756, 5	7, 2	13, 8	11, 5	14, 6	5, 3	9, 6		
16	755, 5	752, 2	751, 6	753, 1	10, 6	16, 7	12, 5	17, 0	8, 3	12, 1		
17	750, 9	749, 0	749, 7	749, 9	11, 0	16, 1	13, 0	17, 4	10, 0	12, 8		
18	749, 0	747, 7	747, 3	748, 0	13, 4	16, 0	13, 8	16, 8	10, 8	13, 7		
19	740, 9	740, 3	740, 6	740, 6	10, 8	10, 6	9, 3	13, 8	9, 2	10, 8	1, 4	pioggia
20	740, 5	743, 8	751, 5	745, 3	10, 1	13, 7	9, 0	14, 1	7, 8	10, 2		
21	760, 4	761, 6	764, 1	762, 0	7, 2	8, 9	8, 2	10, 0	6, 0	7, 8		
22	766, 3	764, 8	764, 6	765, 2	6, 2	10, 8	7, 2	12, 1	4, 8	7, 6		
23	763, 5	762, 4	762, 2	762, 7	8, 8	12, 3	9, 4	12, 6	5, 9	9, 2		
24	761, 2	759, 6	759, 5	760, 1	10, 2	13, 1	10, 7	13, 3	8, 1	10, 6		
25	757, 5	754, 6	752, 4	754, 8	10, 2	10, 6	9, 1	12, 4	8, 6	10, 1	1, 5	pioggia
26	747, 8	745, 5	744, 6	746, 0	9, 2	10, 9	9, 3	11, 0	6, 2	8, 9		
27	743, 0	742, 4	742, 6	742, 7	8, 8	10, 6	10, 4	11, 6	8, 6	9, 8	0, 4	pioggia
28	739, 2	739, 3	740, 3	739, 6	10, 2	11, 8	11, 4	15, 2	8, 1	11, 2	6, 9	pioggia
29	741, 5	740, 8	741, 4	741, 2	11, 0	13, 5	10, 2	14, 0	9, 4	11, 2	0, 2	pioggia
30	742, 6	743, 4	745, 6	743, 9	11, 0	13, 7	11, 2	14, 3	9, 4	11, 5	1, 6	pioggia
31	748, 5	749, 8	751, 1	749, 8	13, 8	14, 8	12, 0	16, 2	10, 0	13, 0	incalc.	gocce
	751, 5	750, 6	751, 3	751, 1	8, 1	11, 7	9, 4	12, 9	6, 2	9, 1	13, 1	

Altezza barometrica massima 766, 3 mm g. 22
» » minima 739, 2 » 28
» » media 751, 1

Temperatura massima 17, 4° g. 17
» minima 0, 0 » 1
» media 9, 1

Nebbia nei giorni 25, 26, 27, 28.
Gelo nel giorno 1.
Temporale nel giorno 28.

Osservazioni meteorologiche fatte nell'Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83^m, 8)

Giorni del mese	MARZO 1915 — Tempo medio dell' Europa centrale															Velocità media del vento in chilometri all'ora	Evaporazione nelle 24 ore
	Tensione del vapore acqueo in millimetri				Umidità relativa in centesimi				Nebulosità relat. in decimi			Provenienza del vento					
	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	9h	15h	21h			mm.
1	4, 2	4, 5	4, 9	4, 5	81	63	77	74	2	0	0	?	?	?		0	0, 6
2	4, 0	1, 2	1, 8	2, 3	62	12	23	32	0	0	0	W	W	W		16	3, 7
3	2, 0	2, 9	4, 1	3, 0	25	30	50	35	0	0	0	W	W	?		6	6, 7
4	3, 0	4, 7	5, 6	4, 4	42	47	66	52	5	0	5	W	?	SW		0	2, 9
5	4, 8	6, 3	5, 5	5, 5	61	54	58	58	5	6	6	W	?	SW		1	2, 8
6	6, 1	6, 5	5, 7	6, 1	71	49	50	57	0	0	0	?	W	SW		3	3, 0
7	5, 8	4, 7	2, 5	4, 3	72	37	22	44	10	2	10	?	NW	W		8	4, 4
8	5, 8	4, 2	6, 0	5, 3	76	50	91	72	10	10	10	N	N	N		6	5, 8
9	5, 3	4, 5	4, 9	4, 9	96	80	83	86	10	10	10	N	N	?		8	1, 8
10	4, 2	3, 4	4, 2	3, 9	75	48	65	63	10	10	5	NW	NW	W		2	2, 4
11	2, 8	2, 8	3, 7	3, 1	46	35	55	45	0	0	0	W	W	S		2	3, 1
12	3, 8	4, 0	4, 5	4, 1	64	46	61	57	0	0	0	?	NW	?		4	2, 9
13	3, 3	4, 4	4, 8	4, 2	42	40	53	45	0	0	0	S	?	S		12	3, 6
14	4, 8	4, 6	6, 1	5, 2	54	39	67	53	0	0	0	W	?	?		7	3, 9
15	5, 2	6, 0	6, 4	5, 9	69	51	63	61	0	0	0	?	?	?		0	2, 9
16	6, 0	6, 0	6, 4	6, 1	63	42	59	55	3	4	0	?	W	S		12	3, 4
17	6, 2	6, 8	5, 5	6, 2	63	50	49	54	0	4	7	?	?	S		16	4, 3
18	5, 0	5, 1	6, 9	5, 7	43	37	59	46	6	9	10	SW	S	S		21	5, 3
19	7, 6	8, 4	7, 7	7, 9	80	88	88	85	8	10	10	W	NW	W		5	2, 5
20	6, 9	5, 7	5, 8	6, 1	74	49	68	64	10	10	10	W	NW	NE		7	3, 5
21	5, 0	4, 8	4, 9	4, 9	66	57	61	61	10	5	0	?	N	?		6	4, 0
22	4, 2	4, 3	5, 1	4, 5	59	45	67	57	0	0	0	?	N	SE		3	4, 0
23	5, 1	3, 6	6, 5	5, 1	60	33	74	56	8	9	10	?	?	?		2	4, 0
24	6, 7	7, 2	7, 9	7, 3	72	64	82	73	10	10	10	?	?	SE		1	3, 1
25	7, 4	8, 2	8, 3	8, 0	80	86	96	87	10	10	10	?	?	E		1	2, 9
26	7, 6	8, 4	7, 9	8, 0	86	86	71	81	10	10	10	?	?	N		2	1, 7
27	7, 5	8, 6	8, 0	8, 0	89	90	84	88	10	10	10	?	N	?		1	2, 5
28	6, 7	9, 1	9, 6	8, 5	72	88	95	85	8	10	9	?	NW	SE		1	2, 3
29	7, 6	8, 9	8, 1	8, 2	77	77	87	80	5	7	5	W	?	SE		4	3, 8
30	8, 6	9, 0	8, 4	8, 7	87	72	85	81	8	7	4	?	?	E		2	1, 8
31	5, 9	6, 3	7, 0	6, 4	50	50	67	56	3	9	3	SW	S	SW		23	6, 1
	5, 5	5, 6	6, 0	5, 7	66	55	67	63	5	5	5					6	3, 4

Tens. del vapor acq. mass. 9,6 mm g. 28
» » » » min. 1,2 » 2
» » » » media 5,7

Umidità relativa mass. 96 g. 9, 25
» » min. 12 » 2
» » media 63

Proporzione dei venti nel mese

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
9	1	2	4	8	6	18	7

Media nebulosità relativa nel mese in decimi

5

Osservazioni meteorologiche fatte nell'Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83^m, 8)

Giorni del mese	APRILE 1915 — Tempo medio dell' Europa centrale										Precipitazione pioggia, neve e grandine fuse	Forma delle precipitazioni
	Barometro ridotto a 0° C.				Temperatura centigrada							
	9^h	15^h	21^h	Media	9^h	15^h	21^h	Mass.	Min.	Media mass. min. 9^h, 21^h		
	mm.	mm.	mm.	mm.	o	o	o	o	o	o	mm.	
1	757, 5	758, 0	758, 5	758, 0	9, 4	10, 8	9, 0	12, 0	8, 7	9, 8	incalc.	gocce
2	758, 7	758, 2	758, 8	758, 6	7, 0	8, 9	8, 7	9, 5	6, 4	7, 9	4, 7	pioggia
3	758, 1	755, 8	755, 4	756, 4	8, 7	13, 1	9, 4	13, 2	6, 8	9, 5		
4	757, 1	755, 4	755, 0	755, 8	9, 2	14, 2	10, 2	16, 4	7, 0	10, 7		
5	753, 6	751, 6	751, 0	751, 7	10, 0	16, 7	13, 0	19, 1	6, 7	12, 2		
6	749, 4	746, 9	748, 3	748, 2	14, 0	19, 3	14, 8	20, 4	9, 1	14, 6		
7	746, 4	745, 4	744, 5	745, 4	15, 2	16, 4	14, 8	17, 7	12, 0	14, 9		
8	744, 9	744, 0	745, 5	744, 8	18, 4	18, 4	11, 8	20, 6	9, 4	15, 0		
9	751, 4	751, 4	753, 3	752, 0	12, 2	13, 6	9, 3	15, 0	7, 7	11, 0		
10	751, 9	750, 6	750, 5	751, 0	10, 0	10, 8	5, 7	12, 7	3, 8	8, 0	8, 3	pioggia
11	752, 5	753, 5	754, 5	753, 5	5, 4	7, 0	7, 2	7, 2	3, 4	5, 8	2, 7	pioggia
12	755, 1	752, 4	752, 1	753, 2	7, 4	12, 3	9, 9	12, 8	5, 7	9, 0	1, 7	pioggia
13	748, 9	746, 6	747, 9	747, 8	9, 6	12, 3	9, 2	13, 8	7, 2	10, 0	incalc.	gocce
14	748, 1	748, 2	749, 7	748, 7	10, 8	10, 4	10, 3	14, 3	6, 4	10, 4		
15	753, 9	755, 3	758, 0	755, 7	13, 0	16, 2	12, 8	16, 8	7, 7	12, 6		
16	761, 1	759, 4	759, 5	760, 0	12, 2	17, 1	11, 7	17, 2	7, 3	12, 1		
17	758, 0	756, 3	756, 3	756, 9	11, 0	12, 7	11, 3	14, 4	9, 6	11, 6	1, 4	pioggia
18	754, 9	754, 2	754, 3	754, 5	11, 2	14, 8	13, 6	15, 4	9, 9	12, 5		
19	754, 1	753, 5	754, 0	753, 9	12, 0	14, 9	14, 2	15, 4	11, 0	13, 2		
20	754, 5	753, 2	753, 4	753, 7	12, 2	15, 9	14, 4	16, 7	11, 7	13, 8	2, 9	pioggia
21	753, 6	752, 5	752, 5	752, 9	14, 0	15, 3	13, 3	15, 4	11, 8	13, 6	4, 2	pioggia
22	752, 1	749, 7	749, 6	750, 5	13, 0	16, 7	14, 7	17, 1	9, 0	13, 4	1, 0	pioggia
23	748, 6	747, 8	748, 5	748, 3	10, 0	13, 2	12, 4	14, 7	9, 3	11, 6	1, 4	pioggia
24	749, 7	749, 4	750, 6	749, 9	14, 4	16, 4	13, 7	16, 8	8, 8	13, 4		
25	752, 4	753, 0	753, 8	753, 1	13, 2	16, 0	13, 8	16, 9	10, 6	13, 6	0, 5	pioggia
26	754, 4	753, 4	754, 4	754, 1	14, 2	18, 6	15, 7	19, 0	11, 9	15, 2		
27	754, 8	754, 3	756, 5	755, 2	13, 4	17, 7	13, 0	18, 0	11, 6	14, 0	incalc.	gocce
28	758, 0	756, 6	756, 7	757, 1	13, 2	18, 2	15, 8	18, 5	11, 5	14, 8	incalc.	gocce
29	756, 6	755, 1	755, 6	755, 8	16, 4	21, 0	18, 0	21, 9	13, 3	17, 4		
30	757, 3	756, 1	756, 8	756, 7	18, 4	21, 7	18, 0	22, 8	13, 2	18, 1		
	753, 6	752, 6	753, 2	753, 1	12, 0	15, 0	12, 3	16, 1	9, 0	12, 3	28, 8	

Altezza barometrica massima 761, 1 mm g. 16 — » » minima 744, 0 » 8 — » » media 753, 1

Temperatura massima 22, 8° g. 30 — » minima 3, 4 » 11 — » media 12, 3

Nebbia nel giorno 22.

Osservazioni meteorologiche fatte nell' Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

APRILE 1915 — **Tempo medio dell'Europa centrale**

Giorni del mese	Tensione del vapore acqueo in millimetri				Umidità relativa in centesimi				Nebulosità relat. in decimi			Provenienza del vento			Velocità media del vento in chilom. all'ora	Evaporazione nelle 24 ore
	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	9h	15h	21h		mm.
1	8,1	7,5	7,4	7,7	92	77	86	85	10	10	10	?	N	NW	4	5,5
2	6,6	6,6	6,4	6,5	88	77	75	80	10	10	10	?	W	W	2	4,5
3	5,6	7,5	5,6	6,2	67	67	64	66	0	7	4	?	?	?	3	4,9
4	6,0	4,5	4,7	5,1	69	37	50	52	5	2	0	W	N	SW	2	5,7
5	6,1	5,1	6,3	5,8	67	36	56	53	0	0	0	?	N	S	7	4,5
6	6,8	7,0	7,1	7,0	57	41	57	52	0	9	3	?	NW	SW	6	5,1
7	5,3	7,2	6,5	6,3	42	51	52	48	10	10	0	SW	SW	SW	22	6,4
8	7,6	5,2	8,1	7,0	48	32	78	53	0	9	0	W	SW	SW	18	6,8
9	6,0	5,3	6,3	5,9	56	46	72	58	0	8	0	W	NW	S	13	7,5
10	5,0	4,9	5,8	5,2	55	52	85	64	5	10	10	?	N	W	5	5,7
11	5,5	5,6	6,6	5,9	81	74	87	81	10	10	10	W	NW	NE	4	4,1
12	6,4	4,0	5,0	5,1	83	37	54	58	6	4	0	W	N	?	3	5,2
13	4,2	3,8	5,1	4,4	47	35	58	47	2	8	10	?	N	SE	5	6,3
14	5,4	5,4	5,6	5,5	56	58	60	60	5	2	0	?	W	S	7	4,5
15	5,2	3,8	6,0	5,0	47	28	55	43	0	2	0	W	NW	S	8	5,5
16	5,7	5,7	5,4	5,9	54	39	62	52	0	4	10	?	N	SE	6	6,0
17	8,8	9,0	7,7	8,5	90	82	76	83	10	10	10	W	N	?	2	8,0
18	7,2	8,6	8,5	8,1	73	69	73	72	10	10	10	W	?	?	1	3,9
19	9,2	9,4	9,4	9,3	88	74	78	80	10	10	10	W	W	?	1	3,9
20	8,8	9,4	9,0	9,1	83	70	74	76	10	10	9	W	?	W	2	3,5
21	10,6	10,6	10,3	10,5	89	82	91	87	8	10	3	?	?	?	1	3,0
22	9,6	9,4	8,1	9,0	86	67	65	73	10	8	1	?	?	SW	2	4,4
23	8,0	8,3	7,2	7,8	87	74	67	76	10	9	10	W	W	?	6	3,0
24	9,0	7,9	8,7	8,5	74	57	74	68	0	7	10	?	?	?	1	3,5
25	7,5	8,0	9,4	8,3	66	59	80	68	5	4	8	?	N	W	1	3,8
26	10,2	8,7	10,7	9,9	84	54	81	73	5	9	7	W	?	SW	4	5,8
27	10,1	10,9	9,7	10,2	88	72	87	82	8	10	9	W	?	NW	3	6,1
28	12,2	9,0	10,3	10,5	81	51	77	70	8	4	1	W	NW	W	5	4,6
29	11,6	7,4	8,3	9,1	83	40	54	59	0	1	0	W	NW	SW	4	6,7
30	10,9	7,5	8,8	9,1	69	39	57	55	0	4	0	W	NW	SW	13	6,3
	7,6	7,1	7,5	7,4	72	56	70	66	5	7	5				5	5,2

Tens. del vapor acq. mass. 12,2 mm g. 28
» » » » min. 3,8 » 13, 15
» » » » media 7,4

Umidità relativa mass. 92 g. 1
» » min. 28 » 15
» » media 66

Proporzione dei venti nel mese

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
9	1	0	2	4	11	25	9

Media nebulosità relativa nel mese in decimi
6

Osservazioni meteorologiche
fatte nell' Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

MAGGIO 1915 — **Tempo medio dell' Europa centrale**

Giorni del mese	Barometro ridotto a 0° C. 9h	15h	21h	Media	Temperatura centigrada 9h	15h	21h	Mass.	Min.	Media mass. min. 9h, 21h	Precipitazione pioggia, neve e grandine fuse	Forma delle precipitazioni
	mm.	mm.	mm.	mm.	°	°	°	°	°	°	mm.	
1	757, 3	756, 4	757, 1	756, 9	18, 0	18, 9	15, 0	21, 6	14, 0	17, 2		
2	757, 2	756, 1	755, 8	756, 4	16, 2	21, 4	18, 2	21, 9	12, 7	17, 2		
3	757, 2	756, 5	756, 4	756, 7	17, 4	21, 5	19, 3	22, 1	14, 0	18, 2		
4	758, 0	757, 1	757, 1	757, 4	17, 4	22, 9	18, 1	23, 0	14, 8	18, 3		
5	758, 0	757, 2	758, 0	757, 7	18, 0	21, 3	17, 6	22, 8	15, 1	18, 4		
6	759, 4	758, 8	758, 8	759, 0	16, 2	19, 6	18, 4	19, 6	15, 1	17, 3	incalc.	gocce
7	758, 6	757, 6	757, 1	757, 8	18, 6	21, 8	19, 8	22, 3	15, 5	19, 0		
8	757, 1	755, 8	755, 7	756, 2	20, 8	23, 3	19, 2	23, 8	15, 2	19, 8		
9	755, 6	754, 4	755, 8	755, 3	20, 4	22, 6	18, 2	23, 8	14, 8	19, 3		
10	755, 9	754, 6	754, 6	755, 0	17, 2	17, 0	16, 4	19, 6	16, 1	17, 3	incalc.	gocce
11	752, 4	752, 2	752, 0	752, 2	12, 0	11, 8	11, 7	16, 4	11, 7	13, 0	28, 1	pioggia
12	749, 9	747, 8	748, 2	748, 6	13, 2	19, 9	15, 7	17, 5	11, 3	14, 4	0, 9	pioggia
13	748, 7	749, 0	750, 7	749, 5	18, 2	22, 0	19, 2	22, 5	13, 7	18, 4		
14	751, 4	751, 2	751, 9	751, 5	21, 2	20, 6	18, 6	23, 6	16, 3	19, 9	1, 1	pioggia
15	754, 3	753, 4	754, 3	754, 0	19, 2	23, 3	19, 7	23, 8	16, 6	19, 7		
16	756, 1	755, 1	754 8	755, 3	17, 2	22, 0	19, 4	23, 4	15, 1	18, 8		
17	753, 6	752, 0	751, 8	752, 5	22, 8	25, 4	21, 5	26, 2	15, 6	21, 5		
18	748, 8	747, 5	747, 8	748, 0	20, 6	17, 7	14, 7	21, 5	14, 7	17, 9	27, 4	pioggia
19	749, 0	750, 3	751, 0	750, 1	19, 4	15, 4	16, 4	20, 4	13, 9	17, 5	6, 5	pioggia
20	751, 8	752, 6	753, 2	752, 5	15, 4	18, 8	17, 8	19, 4	15, 2	17, 0		
21	753, 0	751, 9	751, 6	752, 2	19, 8	23, 9	21, 6	24, 7	15, 1	20, 3		
22	752, 8	752, 1	752, 7	752, 5	20, 2	23, 6	20, 1	23, 5	18, 0	20, 4	0, 1	pioggia
23	752, 4	751, 2	752, 5	752, 0	20, 6	21, 6	19, 7	22, 7	16, 7	19, 9	4, 4	pioggia
24	753, 7	752, 9	753, 3	753, 3	20, 4	23, 2	20, 3	24, 2	17, 1	20, 5		
25	753, 7	754, 7	755, 5	754, 6	21, 0	20, 7	17, 7	21, 7	16, 0	19, 1		
26	755, 3	753, 9	753, 9	754, 4	18, 4	23, 4	20, 3	23, 5	14, 1	19, 1		
27	752, 7	750, 9	750, 8	751, 5	23, 0	24, 9	20, 5	25, 5	14, 4	20, 8		
28	750, 1	747, 7	747, 6	748 5	22, 4	28, 3	21, 8	28, 5	18, 2	22, 7		
29	747, 1	746, 4	746, 9	746, 8	21, 0	19, 5	20, 2	26, 1	18, 0	21, 3	2, 8	pioggia
30	749, 0	749, 1	750, 5	749, 5	19, 4	24, 6	20, 4	25, 2	17, 1	20, 5	3, 0	pioggia
31	752, 1	751, 5	752, 2	751, 9	23, 4	24, 7	20, 6	24, 9	18, 3	21, 8	incalc.	gocce
	753, 6	752, 8	753, 2	753, 2	19, 0	21, 5	18, 6	22, 8	15, 3	18, 9	74. 3	

Altezza barometrica massima 759, 4 mm g. 6 — Temperatura massima 28,5° g. 28

» » minima 746, 4 » 29 — » minima 11,3 » 12

» » media 753, 2 — » media 18, 9

Nebbia nei giorni 6, 9.

Osservazioni meteorologiche

fatte nell'Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

MAGGIO 1915 — Tempo medio dell'Europa centrale

Giorni del mese	Tensione del vapore acqueo in millimetri				Umidità relativa in centesimi				Nebulosità relat. in decimi			Provenienza del vento			Velocità media del vento in chilom. all'ora	Evaporazione nelle 24 ore
	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	9h	15h	21h		mm.
1	13,5	8,9	10,0	10,8	88	55	78	74	0	9	3	?	W	SW	9	7,1
2	7,9	7,4	8,1	7,8	58	39	52	50	0	0	0	?	SW	SW	11	6.5
3	8,2	7,9	8,5	8,2	56	41	51	49	0	0	0	?	?	SW	9	7,8
4	11,2	9,6	10,7	10,5	76	46	69	64	5	0	0	?	?	SE	2	7,2
5	11,2	12,4	14,0	12,5	73	66	94	78	8	10	10	?	?	N	1	5.7
6	11,7	12,8	12,5	12,3	85	76	79	80	10	9	3	?	?	?	0	8,3
7	11,4	11,2	13,0	11,9	71	57	76	68	10	8	4	?	?	?	0	7,8
8	11,8	12,1	12,0	12,0	65	57	72	65	0	5	0	?	?	SE	2	4,1
9	13,6	14,1	13,1	13,6	76	69	84	76	0	10	10	?	N	N	3	5,0
10	12,5	12,6	11,8	12,3	86	88	85	86	10	10	10	NW	N	N	4	3,4
11	10,2	9,8	9,8	9,9	98	95	95	96	10	10	10	NW	NW	?	4	1,7
12	8,2	11,1	14,0	10,4	73	77	83	78	10	10	0	?	?	?	0	1,1
13	10,8	10,2	10,8	10,6	69	52	66	62	2	5	0	?	N	SW	6	2,3
14	10,1	10,9	10,5	10,5	54	60	75	63	0	8	0	W	W	S	12	3,8
15	12,8	12,3	13,4	12,8	77	58	78	71	0	2	7	W	N	SW	14	3,8
16	12,5	14,0	15,0	13,8	86	71	89	82	6	9	3	?	N	SE	2	3,6
17	9,4	7,8	8,2	8,5	45	32	43	40	0	4	6	SW	SW	SW	9	3,5
18	12,5	12,5	11,5	12,2	69	83	92	81	10	10	10	S	?	W	10	4,2
19	9,7	9,4	9,5	9,5	58	73	68	66	3	9	2	SW	NW	W	10	2,6
20	9,4	11,0	10,8	10,4	73	68	71	71	10	8	7	?	N	?	6	3,9
21	12,4	11,4	12,2	12,0	72	52	64	63	0	4	0	W	N	?	4	4,1
22	12,8	9,9	12,1	11,6	73	46	69	63	2	1	0	W	N	SE	5	4,6
23	11,9	14,1	13,8	13,3	66	74	81	74	0	7	2	W	N	NW	3	4,4
24	12,0	11,6	10,9	11,5	68	55	62	62	3	4	0	?	N	SW	2	3,5
25	10,2	9,2	11,3	10,2	55	51	75	60	8	8	0	SW	N	?	14	5,4
26	9,5	9,0	10,9	9,8	60	42	62	56	0	1	0	W	N	W	3	4,5
27	10,2	10,3	11,8	10,8	49	44	66	53	0	0	0	?	N	NE	7	6,0
28	11,7	9,8	7,7	9,7	58	34	40	44	0	6	3	W	NW	SW	16	6,4
29	10,8	12,7	10,1	11,2	58	76	57	64	6	10	3	SW	N	N	14	7,6
30	14,0	12,1	10,6	12,2	84	53	59	65	8	3	2	S	S	SW	15	3,6
31	13,3	12,5	14,1	13,3	62	54	78	65	2	7	8	W	NW	NE	15	5,8
	11,2	11,0	11,3	11,2	69	59	71	67	4	6	3				7	4,8

Tens. del vapor acq. mass. 15,0 mm g. 16
» » » » min. 7,4 » 2
» » » » media 11,2

Umidità relativa mass. 98 g. 11
» » min. 32 » 17
» » media 67

Proporzione dei venti nel mese

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
18	2	0	4	4	15	13	7

Media nebulosità relativa nel mese in decimi

4

Osservazioni meteorologiche
fatte nell'Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

GIUGNO 1915 — Tempo medio dell' Europa centrale

Giorni del mese	Barometro ridotto a 0° C.				Temperatura centigrada						Precipitazione pioggia, neve e grandine fuse	Forma delle precipitazioni
	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	Mass.	Min.	Media mass. min. 9h, 21h		
	mm	mm.	mm.	mm.	o	o	o	o	o	o	mm.	
1	754, 7	753, 9	754, 0	754, 2	17, 3	21, 2	18, 7	21, 5	15, 5	18, 2	7, 5	pioggia
2	754, 6	753, 9	754, 1	754, 2	18, 0	20, 5	18, 2	20, 8	15, 8	18, 2	1, 0	pioggia
3	755, 5	754, 9	755, 8	755, 4	19, 2	24, 0	21, 4	24, 3	16, 6	20, 4	11, 4	pioggia
4	756, 8	755, 9	756, 7	756, 5	23, 0	25, 4	23, 1	26, 2	18, 3	22, 6		
5	758, 1	757, 1	757, 0	757, 4	23, 0	27, 2	23, 9	27, 5	19, 7	23, 5		
6	757, 2	756, 0	755, 6	756, 3	22, 4	27, 5	24, 7	28, 0	19, 6	23, 7		
7	756, 9	755, 4	755, 3	755, 9	24, 0	28, 8	25, 1	28, 9	20, 6	24, 6		
8	755, 8	754, 0	754, 9	754, 9	24, 0	24, 1	20, 7	26, 6	17, 3	22, 2	5, 8	pioggia e grand.
9	754, 4	752, 9	753, 2	753, 5	18, 6	23, 2	20, 8	23, 5	17, 8	20, 2	7, 6	pioggia
10	753, 7	752, 8	753, 9	753, 5	22, 2	25, 7	20, 4	26, 2	18, 8	21, 9	2, 1	pioggia
11	755, 8	754, 8	755, 7	755, 4	19, 6	25, 4	23, 8	25, 8	19, 1	22, 1	0, 4	pioggia
12	756, 4	755, 5	754, 8	755, 6	24, 0	28, 6	25, 5	29, 3	20, 3	24, 8		
13	753, 9	751, 6	751, 3	752, 3	26, 4	29, 5	26, 6	30, 4	22, 0	26, 4		
14	750, 7	749, 2	748, 7	749, 5	20, 0	30, 2	24, 7	30, 5	22, 6	26, 0		
15	751, 9	753, 9	755, 3	753, 7	19, 4	20, 0	19, 0	24, 7	18, 1	20, 3	4, 2	pioggia
16	756, 6	755, 8	755, 3	755, 9	20, 2	22, 7	19, 8	23, 2	16, 1	19, 8		
17	754, 3	753, 7	754, 4	754, 1	20, 6	25, 0	20, 7	25, 6	16, 1	20, 8		
18	754, 4	753, 5	753, 6	753, 8	21, 6	25, 6	21, 9	25, 8	16, 9	21, 6		
19	752, 8	752, 4	751, 4	752, 2	23, 0	20, 0	18, 4	23, 3	18, 1	20, 7	1, 9	pioggia
20	751, 2	751, 4	751, 9	751, 5	15, 0	18, 0	19, 4	20, 4	14, 8	17, 4	0, 2	pioggia
21	752, 9	751, 6	752, 1	752, 2	22, 0	22, 4	19, 9	25, 0	16, 4	20, 8		
22	752, 9	752, 4	753, 6	753, 0	21, 4	25, 6	20, 6	26, 6	18, 0	21, 6		
23	754, 1	753, 9	754, 0	754, 0	21, 2	19, 4	19, 8	22, 8	17, 8	20, 4	13, 4	pioggia
24	754, 7	754, 4	754, 4	754, 5	22, 0	24, 0	21, 8	24, 8	17, 1	21, 4	incalc.	gocce
25	754, 1	753, 7	754, 0	753, 9	23, 1	18, 4	18, 4	26, 2	17, 3	21, 2	9, 9	pioggia
26	754, 9	753, 6	753, 6	754, 0	20, 2	25, 2	22, 6	26, 6	15, 9	21, 4		
27	753, 7	751, 6	749, 9	751, 7	23, 5	26, 3	23, 1	26, 8	19, 1	23, 1		
28	748, 2	747, 4	747, 6	747, 7	19, 2	22, 8	19, 2	23, 1	17, 7	19, 8	incalc.	gocce
29	747, 6	746, 4	746, 5	746, 8	22, 8	27, 4	21, 6	27, 8	18, 2	22, 6		
30	749, 7	749, 7	749, 3	749, 6	17, 9	21, 8	19, 6	22, 6	16, 7	19, 2	incalc.	gocce
	754, 0	753, 1	753, 3	753, 4	21, 4	24, 2	21, 4	25, 5	17, 9	21, 6	65, 4	

Altezza barometrica massima 758, 1 g. 5
» » minima 746, 4 » 29
» » media 753, 4

Temperatura massima 30, 5 g. 14
» minima 14, 8 » 27
» media 21, 6

Temporale nei giorni 8, 10, 23, 25.

Osservazioni meteorologiche fatte nell' Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

GIUGNO 1915 — **Tempo medio dell' Europa centrale**

Giorni del mese	Tensione del vapore acqueo in millimetri				Umidità relativa in centesimi				Nebulosità relat. in decimi			Provenienza del vento			Velocità media del vento in chilom. all'ora	Evaporazione nelle 24 ore
	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	9h	15h	21h		mm.
1	11,9	12,2	13,2	12,4	81	65	82	76	7	10	3	E	N	E	3	4,8
2	13,5	13,7	13,4	13,5	88	76	86	83	10	10	10	W	E	W	5	4,2
3	13,4	14,1	14,7	14,1	81	64	78	74	10	3	5	W	N	SE	3	3,0
4	13,6	13,1	17,2	14,6	65	54	82	67	0	3	6	?	N	?	2	5,6
5	14,2	12,0	13,8	13,3	68	45	63	59	0	0	0	?	?	?	0	5,4
6	15,6	14,5	16,4	15,5	77	53	71	67	0	0	0	W	NE	SE	4	7,3
7	13,6	13,1	16,3	14,3	65	45	69	60	0	4	1	W	N	SE	3	6,5
8	14,3	15,0	13,7	14,3	64	67	76	69	3	6	4	W	NE	W	3	5,8
9	13,4	15,1	16,6	15,0	84	71	91	82	10	8	3	W	W	?	5	0,5
10	15,0	15,1	14,2	14,8	76	61	80	72	6	8	4	?	?	?	4	5,9
11	14,4	14,1	15,4	14,6	85	58	70	71	10	6	0	?	?	?	3	3,2
12	15,3	13,8	14,7	14,6	69	48	61	59	0	2	0	W	N	SW	3	4,5
13	14,8	14,0	15,8	14,9	58	46	51	52	0	3	3	W	NW	SW	6	6,5
14	13,7	15,0	14,5	14,4	55	47	63	55	8	4	0	W	SW	SW	16	6,8
15	14,8	11,5	12,9	13,1	88	66	79	78	10	10	9	NW	NE	E	18	5,3
16	10,1	6,5	10,7	9,1	57	31	62	51	2	0	0	W	N	?	2	4,2
17	9,6	9,1	11,0	9,9	53	39	60	50	0	0	0	?	N	SE	5	5,0
18	10,1	9,9	12,8	10,9	53	41	65	53	6	6	0	NW	?	W	2	5,1
19	11,4	12,3	12,7	12,1	55	71	80	69	10	10	8	W	W	?	8	4,7
20	12,1	11,7	11,3	11,7	96	76	68	80	10	8	1	NW	NW	?	5	3,2
21	9,9	11,1	10,6	10,5	50	55	61	55	5	5	10	W	S	S	8	3,1
22	11,4	11,3	12,5	11,7	60	46	69	58	5	8	8	?	SW	W	4	4,7
23	12,8	13,7	13,3	13,3	68	82	78	76	8	10	2	W	SW	?	2	3,5
24	13,9	16,6	14,0	14,8	71	75	68	71	5	8	8	?	W	?	1	2,8
25	13,5	13,6	13,6	13,6	64	86	86	79	8	10	2	?	NW	?	4	3,0
26	12,6	13,5	15,6	13,9	71	57	77	68	0	2	0	?	?	SE	2	3,1
27	16,1	15,8	17,1	16,3	75	62	76	71	8	7	9	?	N	SE	5	4,0
28	13,4	11,7	13,8	12,9	81	60	82	74	10	10	9	W	W	SW	6	4,4
29	11,8	9,9	11,3	11,0	57	37	59	51	4	5	3	SW	W	SW	10	3,2
30	11,1	11,8	13,1	12,0	72	61	77	70	8	6	7	N	NW	E	11	5,0
	13,0	12,8	13,9	13,2	70	58	72	67	5	6	4				5	4,5

Tens. del vapor acq. mass. 17,2 mm g. 4
» » » » min. 6,5 » 16
» » » » media 13,2

Umidità relativa mass. 96 g. 20
» » min. 31 » 16
» » media 67

Proporzione dei venti nel mese

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
9	3	5	6	2	9	23	7

Media nebulosità relativa nel mese in decimi

5

Osservazioni meteorologiche
fatte nell' Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

LUGLIO 1915 — Tempo medio dell' Europa centrale

Giorni del mese	Barometro ridotto a 0° C.				Temperatura centigrada						Precipitazione pioggia, neve e grandine fuse	Forma delle precipitazioni
	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	Mass.	Min.	Media mass.min. 9h, 21h		
	mm.	mm.	mm.	mm.	o	o	o	o	o	o	mm.	
1	749, 8	749, 8	741, 7	750, 4	16, 1	18, 4	16, 2	19, 6	15, 0	16, 7	3, 8	pioggia
2	750, 6	751, 5	752, 9	751, 7	19, 6	23, 0	21, 0	24, 4	16, 0	20, 2	incalc.	gocce
3	753, 8	753, 7	754, 3	753, 9	21, 3	27, 6	26, 0	28, 7	18, 7	23, 7		
4	755, 6	754, 9	755, 4	755, 3	26, 2	28, 3	24, 3	28, 8	20, 1	24, 8		
5	756, 0	755, 3	755, 4	755, 6	24, 7	29, 4	26, 0	30, 6	20, 0	25, 3		
6	756, 7	755, 4	755, 5	755, 9	25, 7	30, 4	26, 9	30, 9	21, 0	26, 1		
7	756, 4	755, 6	755, 5	755, 8	26, 5	30, 4	27, 3	31, 2	23, 6	27, 2		
8	756, 3	755, 2	755, 1	755, 5	26, 2	31, 2	27, 2	32, 0	22, 7	27, 0		
9	756, 1	755, 1	755, 5	755, 6	25, 1	30, 4	27, 4	30, 8	22, 8	26, 5		
10	755, 2	753, 0	752, 5	753, 6	25, 2	32, 2	27, 6	32, 5	22, 6	27, 0		
11	752, 9	752, 0	751, 4	752, 1	24, 9	27, 5	25, 4	28, 4	22, 3	25, 2		
12	752, 1	751, 0	751, 0	751, 4	25, 5	30, 8	26, 0	31, 7	21, 6	26, 2		
13	752, 6	751, 0	748, 5	750, 7	25, 9	30, 0	28, 9	32, 6	23, 1	27, 6		
14	747, 0	747, 4	749, 4	747, 9	29, 0	30, 0	24, 3	31. 2	24, 3	27, 2		
15	751, 0	749, 4	749, 7	749, 7	23, 4	28, 0	24, 0	29, 2	19, 4	24, 0		
16	750, 7	751, 4	752, 2	751, 4	24, 1	29, 2	24, 1	29, 7	19, 7	24, 4		
17	753, 0	751, 0	750, 2	751, 4	25, 0	30, 0	26, 2	30, 6	21, 0	25, 7		
18	750, 3	750, 1	753, 6	751, 3	24, 0	27, 0	20, 9	27, 7	20, 9	23, 4	incalc.	gocce
19	757, 0	756, 9	757, 5	757, 1	21, 2	24, 6	22, 5	26, 0	17, 3	21, 8		
20	757, 5	756, 0	755, 5	756, 3	23, 0	27, 2	23, 1	28, 2	16, 0	22, 6		
21	755, 3	754, 2	754, 6	754, 7	25, 9	27, 4	24, 4	29, 0	19, 4	24, 7		
22	755, 6	754, 9	755, 2	755, 2	22, 7	27, 6	24, 6	28, 8	20. 2	24, 1		
23	755, 5	753, 3	752, 5	753, 8	25, 8	29, 2	27, 6	31, 0	19, 6	26, 0		
24	750, 1	748, 3	747, 7	748, 7	25, 1	30, 4	25, 1	31, 0	23, 9	26, 3		
25	748, 4	748, 4	750, 2	749, 0	24, 0	29, 2	23, 8	29, 5	19, 4	24, 2		
26	750, 7	751, 2	753, 3	751, 7	25, 3	28, 0	25, 2	28, 8	20, 7	25, 0		
27	755, 9	755, 4	755, 2	755, 5	23, 5	28, 6	25, 8	30, 0	20, 7	25, 0		
28	754, 5	754, 2	755, 6	754, 8	26, 5	31, 8	28, 7	32, 6	21, 6	27, 4		
29	755, 4	754, 4	755, 0	754, 9	22, 8	24, 4	21, 3	28, 7	21, 3	23, 5	incalc.	gocce
30	753, 2	753, 1	752, 6	753, 0	20, 2	18, 8	18, 0	21, 6	17, 6	19, 4	5, 3	pioggia
31	754, 6	754, 1	754, 1	754, 3	19, 0	23, 2	20, 3	23, 8	15, 3	19, 6	16, 0	pioggia
	753, 5	752, 8	753, 2	753, 2	24, 0	27, 9	24, 5	29, 0	20, 3	24, 4	25, 1	

Altezza barometrica	massima	757,5 mm	g. 19, 20		Temperatura	massima	32,6°	g. 13, 28
»	minima	747, 0	» 14		»	minima	15, 0	» 1
»	media	753, 2			»	media	24, 4	

Nebbia nel giorno 29.
Temporale nei giorni 1, 30.

Osservazioni meteorologiche fatte nell'Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83^m, 8)

LUGLIO 1915 — Tempo medio dell' Europa centrale

Giorni del mese	Tensione del vapore acqueo in millimetri 9^h	15^h	21^h	Media	Umidità relativa in centesimi 9^h	15^h	21^h	Media	Nebulosità relat. in decimi 9^h	15^h	21^h	Provenienza del vento 9^h	15^h	21^h	Velocità media del vento in chilometri all'ora	Evaporazione nelle 24 ore
																mm.
1	11,2	11,8	12,5	11,8	82	75	92	83	9	8	5	N	W	W	5	2,6
2	11,0	10,8	12,0	11,3	65	52	65	61	8	3	8	NW	W	W	8	4,6
3	8,7	8,2	11,3	9,4	46	30	45	40	9	0	2	W	W	?	6	7,0
4	10,6	11,3	13,4	11,8	42	39	59	47	0	0	0	W	N	S	11	6,3
5	12,0	14,4	10,0	12,1	52	47	40	46	0	0	0	?	W	S	2	5,8
6	13,9	14,8	11,5	13,4	57	46	44	49	0	0	0	?	SW	S	10	6,1
7	13,4	14,8	10,6	12,9	52	46	39	46	0	2	0	W	?	SW	12	7,7
8	11,9	10,8	11,0	11,2	47	32	41	40	0	0	0	W	W	SW	13	7,0
9	11,6	13,1	16,2	13,6	49	41	59	50	0	0	2	W	W	E	6	7,1
10	15,0	8,9	8,2	10,7	63	25	30	39	1	0	2	NW	SW	SW	8	5,3
11	12,2	15,4	17,2	14,9	52	56	71	60	0	3	3	NW	NW	?	5	8,1
12	14,0	13,5	11,6	13,0	58	41	46	48	0	2	0	NW	W	SW	11	6,0
13	12,8	16,2	10,4	13,1	51	51	35	46	0	0	8	W	W	SW	14	7,8
14	11,9	6,8	10,8	9,8	40	21	49	37	0	2	0	SW	SW	SW	27	8,8
15	12,0	12,5	9,4	11,3	56	54	42	51	0	8	6	NW	SW	SW	16	6,1
16	11,9	11,4	10,1	11,1	54	38	45	46	3	6	2	?	W	SW	8	6,0
17	13,0	13,3	12,1	12,8	55	42	48	48	0	6	3	?	SW	SW	20	5,2
18	13,3	11,0	10,6	11,6	60	41	58	53	2	4	8	NW	NW	NW	8	7,7
19	11,8	7,1	11,5	10,1	63	31	57	50	3	2	0	W	NW	SE	5	5,2
20	8,4	8,5	11,9	9,6	49	32	57	46	0	0	0	?	W	N	5	5,9
21	8,7	10,9	13,4	11,0	35	40	59	45	0	6	2	?	NW	NW	7	6,5
22	11,6	14,4	14,7	13,6	56	53	64	58	3	5	0	W	W	SE	4	4,7
23	13,8	16,0	13,8	14,5	56	53	50	53	0	2	0	?	NW	SW	5	5,4
24	12,6	12,0	8,9	11,2	53	37	38	43	6	5	3	SW	SW	SW	28	5,8
25	11,5	12,1	11,0	11,5	52	40	50	47	0	5	0	W	W	SW	13	6,7
26	10,0	10,8	12,1	11,0	42	41	51	45	0	4	0	W	W	SW	17	7,2
27	14,1	13,5	17,1	14,9	65	46	69	60	0	2	0	W	W	SE	5	5,4
28	14,4	13,6	13,8	13,9	56	39	47	47	0	2	1	SW	W	?	2	5,8
29	17,6	18,5	14,0	16,7	85	82	74	80	10	10	8	W	SW	NW	7	5,4
30	15,0	13,6	13,8	14,1	85	84	90	86	10	10	10	NE	W	W	2	3,5
31	10,4	10,9	10,9	10,7	64	52	62	59	2	5	1	?	S	SE	6	2,5
	12,3	12,3	12,1	12,2	56	45	54	52	2	3	2				10	6,0

Tens. del vapor acq. mass. 18,5 mm g. 29
» » » » min. 6,8 » 14
» » » » media 12,2

Umidità relativa mass. 92 g. 1
» » min. 21 » 14
» » media 52

Proporzione dei venti nel mese

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
3	1	1	4	4	23	31	14

Media nebulosità relativa nel mese in decimi

2

Osservazioni meteorologiche fatte nell'Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83^{m}, 8)

AGOSTO 1915 — **Tempo medio dell' Europa centrale**

Giorni del mese	Barometro ridotto a 0° C. 9h	15h	21h	Media	Temperatura centigrada 9h	15h	21h	Mass.	Min.	Media mass. min. 9h, 21h	**Precipitazione** pioggia, neve e grandine fuse	Forma delle precipitazioni
	mm.	mm.	mm.	mm.	°	°	°	°	°	°	mm.	
1	755, 2	754, 5	755, 0	754, 9	21, 4	26, 7	22, 5	27, 1	16, 7	21, 9		
2	755, 2	753, 8	751, 4	753, 5	23, 5	28, 0	23, 6	28, 6	20, 3	24, 0		
3	748, 6	748, 9	750, 2	749, 2	23, 5	26, 2	23, 2	28, 1	20, 1	23, 7		
4	751, 0	752, 0	752, 1	751, 7	22, 4	19, 4	19, 5	26, 2	18, 0	21, 5	19, 7	pioggia e grand.
5	754, 2	754, 2	755, 1	754, 5	19, 9	25, 4	22, 1	26, 5	15, 7	21, 0		
6	757, 2	756, 6	756, 6	756, 8	22, 7	26, 2	22, 6	27, 2	18, 6	22, 8		
7	756, 3	755, 5	756, 0	755, 9	24, 7	28, 6	23, 5	29, 5	19, 4	24, 3		
8	756, 2	754, 6	754, 8	755, 2	24, 7	31, 2	26, 7	32, 5	21, 8	26, 4		
9	755, 8	755, 0	755, 0	755, 3	26, 7	31, 0	27, 8	31, 4	22, 9	27, 2		
10	755, 4	753, 9	753, 9	754, 4	26, 9	31, 6	27, 6	32, 9	23, 6	27, 8		
11	755, 5	754, 1	754, 6	754, 7	25, 3	29, 0	26, 3	30, 7	23, 7	26, 5		
12	754, 5	754, 4	753, 9	754, 3	25, 9	22, 4	22, 7	27, 4	20, 4	24, 1	38, 5	pioggia e grand.
13	751, 5	750, 8	750, 2	750, 8	22, 0	21, 3	20, 6	22, 7	19, 0	21, 1	49, 1	pioggia
14	750, 6	750, 2	750, 5	750, 4	22, 0	25, 0	22, 3	26, 2	19, 9	22, 6		
15	753, 0	751, 6	751, 1	751, 9	20, 6	25, 3	22, 3	26, 3	17, 9	21, 8		
16	752, 7	751, 5	751, 2	751, 8	19, 9	24, 4	21, 6	25, 3	18, 4	21, 3		
17	751, 0	750, 5	751, 8	751, 1	20, 2	22, 2	18, 3	22, 8	17, 8	19, 8	incalc.	gocce
18	751, 9	751, 7	752, 4	752, 0	19, 3	19, 4	18, 8	22, 4	15, 7	19, 0	incalc.	gocce
19	752, 4	751, 5	751, 9	751, 9	21, 0	24, 8	21, 2	25, 2	14, 5	20, 5		
20	754, 8	754, 0	754, 2	754, 3	21, 2	25, 0	21, 7	25, 3	18, 1	21, 6		
21	755, 4	753, 7	752, 0	753, 7	20, 0	24, 4	20, 3	24, 9	17, 8	20, 8	0, 3	pioggia e grand.
22	751, 5	751, 5	753, 4	752, 1	17, 2	20, 0	16, 0	20, 5	14, 7	17, 1	7, 9	pioggia
23	755, 9	755, 9	756, 9	756, 2	15, 0	21, 6	19, 6	22, 6	13, 8	17, 8		
24	757, 6	756, 7	757, 5	757, 3	18, 8	23, 2	20, 3	23, 7	16, 4	19, 8		
25	757, 2	756, 0	756, 4	756, 5	20, 8	25, 0	21, 2	25, 7	17, 8	21, 4		
26	756, 4	755, 2	755, 3	755, 6	20, 8	25, 4	23, 0	26, 4	16, 9	21, 8		
27	755, 6	754, 6	754, 9	755, 0	22, 0	27, 0	22, 4	27, 8	17, 2	22, 4		
28	755, 1	753, 4	753, 4	754, 0	22, 2	27, 2	23, 2	27, 2	17, 8	22, 6		
29	751, 9	750, 7	750, 2	750, 9	23, 6	29, 1	24, 7	29, 5	21, 0	24, 7		
30	748, 7	747, 1	747, 2	747, 7	24, 0	28, 4	23, 8	29, 0	20, 8	24, 4		
31	754, 1	754, 3	755, 1	754, 5	21, 7	23, 6	18, 6	24, 0	18, 4	20, 7		
	753, 9	753, 2	753, 4	753, 5	21, 9	25, 4	22, 2	26, 6	18, 6	22, 3	115, 5	

Altezza barometrica massima 757, 6 mm g. 24
» » minima 747, 1 » 30
» » media 753, 5

Temperatura massima 32, 9° g. 10
» minima 13, 8 » 23
» media 22, 3

Temporale nei giorni 4, 12, 13, 21.

Osservazioni meteorologiche fatte nell' Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

Giorni del mese	AGOSTO 1915 — Tempo medio dell' Europa centrale															Velocità media del vento in chilom. all'ora	Evaporazione nelle 24 ore
	Tensione del vapore acqueo in millimetri				Umidità relativa in centesimi				Nebulosità relat. in decimi			Provenienza del vento					
	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	9h	15h	21h			mm.
1	11,1	10,4	14,2	11,9	59	40	70	56	0	3	0	?	NW	SE		3	5,0
2	12,3	12,8	16,4	13,8	57	46	76	60	2	8	7	N	W	?		5	5,3
3	15,2	13,2	11,6	13,3	71	52	55	59	2	2	0	W	W	SW		6	4,3
4	12,7	11,2	12,2	12,0	63	67	72	67	0	10	0	W	SW	SE		14	4,6
5	12,0	9,9	12,4	11,4	70	41	63	58	0	0	0	NW	W	?		3	3,0
6	12,4	9,1	13,0	11,5	60	36	64	53	1	5	0	?	?	SE		4	4,8
7	12,2	8,0	14,2	11,5	53	31	66	50	0	0	0	?	?	S		3	4,8
8	13,7	10,8	12,8	12,4	59	32	49	47	0	0	0	W	W	?		3	6,2
9	12,4	13,0	10,8	12,1	48	39	41	43	0	0	0	W	?	?		9	7,1
10	13,0	13,0	11,9	12,6	49	38	41	43	0	0	0	SW	W	SW		12	7,3
11	15,2	15,0	15,2	15,1	63	50	60	58	7	2	0	W	?	SW		8	6,3
12	15,0	18,3	16,8	16,7	60	91	82	78	5	8	10	SW	SW	SE		12	4,7
13	16,5	15,8	16,7	16,3	84	85	92	87	10	10	10	N	?	?		1	3,0
14	14,4	12,4	15,8	14,2	73	52	79	68	1	8	2	?	?	S		2	2,4
15	14,1	14,4	16,2	14,9	78	59	81	73	7	6	0	?	?	SE		1	2,8
16	13,6	13,4	14,8	13,9	78	59	77	71	9	2	0	NW	NW	E		4	3,9
17	13,4	14,7	12,4	13,5	76	71	79	75	4	10	7	NW	NW	NE		4	3,8
18	11,4	10,0	12,1	11,2	68	60	77	68	8	5	0	?	NW	?		1	2,7
19	11,1	8,8	13,2	11,0	60	38	71	56	0	5	8	E	?	S		2	3,2
20	10,2	10,8	13,7	11,6	54	46	71	57	0	2	0	NW	?	SE		6	4,2
21	12,9	13,0	13,5	13,1	74	57	76	69	5	8	2	?	NW	W		2	3,5
22	10,3	9,0	9,9	9,7	71	51	72	65	8	7	8	NW	NW	W		7	3,3
23	10,0	10,0	10,5	10,2	78	47	62	62	9	8	2	W	NW	N		6	4,0
24	7,9	10,9	12,1	10,3	49	52	68	56	8	6	0	NW	W	?		4	5,6
25	11,8	15,4	11,1	12,8	65	65	59	63	0	5	1	W	W	?		4	3,9
26	11,2	10,8	11,2	11,1	61	45	54	53	0	2	0	W	?	?		1	3,2
27	11,4	11,8	14,3	12,5	58	44	71	58	0	0	0	W	?	SE		3	3,7
28	12,3	12,6	13,6	12,8	62	47	68	59	0	0	1	W	W	S		3	3,6
29	11,5	12,1	13,0	12,2	53	41	56	50	0	1	0	NW	SW	S		5	5,3
30	12,6	9,9	10,9	11,1	57	34	49	47	0	5	0	?	SW	SW		19	5,5
31	11,6	7,2	8,6	9,1	60	33	54	49	5	0	0	SW	NW	S		12	6,7
	12,4	11,9	13,1	12,4	64	50	66	60	3	4	2					6	4,4

Tens. del vapor acq. mass. 18mm,3 g. 12
» » » » min. 7,2 » 31
» » » » media 12,4

Umidità relativa mass. 92 g. 13
» » min. 31 » 7
» » media 60

Proporzione dei venti nel mese

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
3	1	2	7	6	11	20	15

Media nebulosità relativa nel mese in decimi
3

Osservazioni meteorologiche fatte nell'Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

Giorni del mese	SETTEMBRE 1915 — Tempo medio dell'Europa centrale										Precipitazione pioggia, neve e grandine fuse	Forma delle precipitazioni
	Barometro ridotto a 0° C.				Temperatura centigrada							
	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	Mass.	Min.	Media mass. min. 9h, 21h		
	mm	mm.	mm.	mm.	°	°	°	°	°	°	mm.	
1	755, 9	754, 0	753, 2	754, 4	17, 8	22, 4	19, 0	22, 7	13, 6	18, 3		
2	750, 3	746, 6	747, 5	748, 1	18, 2	22, 6	16, 7	23, 4	14, 4	18, 2		
3	747. 3	746, 2	745, 6	746, 4	16, 6	16, 6	15, 7	19, 4	14, 6	16, 6	13, 9	pioggia
4	746, 3	747, 2	748, 5	747, 3	16, 6	20, 4	16, 6	21, 0	13, 9	17, 0	1, 2	pioggia
5	752, 3	753, 6	755, 6	753, 8	15, 5	22, 8	18, 9	22, 8	12, 4	17, 4	4, 5	pioggia
6	757, 7	757, 7	758, 7	758, 0	19, 8	23, 4	19, 0	24, 0	16, 8	19, 9		
7	760, 5	759, 1	759, 5	759, 7	17, 4	22, 6	18, 8	23, 2	14, 4	18, 4		
8	760, 7	759, 5	759, 6	759, 9	18, 6	23, 4	19, 1	23, 7	15, 1	19, 1		
9	759, 0	757, 6	758, 1	758, 2	17, 8	21, 0	18, 4	22, 6	15, 0	18, 4		
10	758, 5	757, 8	759, 2	758, 5	16, 5	19, 4	16, 3	20, 0	14, 1	16, 7		
11	757, 7	756, 3	756, 6	756, 9	14, 7	16, 8	14, 4	17, 7	12, 6	14, 8	1, 6	pioggia
12	756, 5	755, 6	756, 5	756, 2	15, 4	19, 4	16, 4	19, 7	12, 0	15, 9		
13	757, 6	756, 9	757, 9	757, 5	15, 2	20, 4	17, 4	21, 0	13, 5	16, 8		
14	758, 0	756, 3	756, 4	756, 9	19, 1	23, 2	19, 7	23, 6	15, 4	19, 4		
15	757, 1	757, 0	758, 2	757, 4	20, 4	24, 6	20, 7	25, 1	17, 4	20, 9		
16	761, 9	761, 7	762, 4	762, 0	19, 4	24, 0	19, 0	24, 3	16, 0	19, 7		
17	763, 4	761, 8	761, 1	762, 1	19, 4	24, 6	21, 1	25, 2	16, 1	20, 4		
18	758, 6	756, 0	755, 5	756, 7	21, 2	26, 2	21, 7	26, 5	17, 7	21, 8		
19	755, 9	754, 0	755, 7	755, 2	21, 2	26, 0	20, 6	26, 4	19, 2	21, 8		
20	757, 7	756, 3	757, 4	757, 1	15, 7	21, 2	17, 6	21, 5	15, 3	17, 5		
21	760, 2	760, 7	762, 0	761, 0	13, 8	15, 0	15, 8	17, 6	13, 4	15, 2	2, 8	pioggia
22	764, 5	764, 5	764, 6	764, 5	14, 2	17, 2	14, 2	17, 8	14, 0	15, 0		
23	764, 6	763, 0	762, 7	763, 4	12, 6	17, 6	15, 2	18, 5	10, 6	14, 2		
24	761, 6	759, 9	759, 1	760, 2	14, 5	18, 8	16, 4	19, 1	10, 6	15, 2		
25	754, 1	748, 8	747, 4	750, 1	15, 4	20, 4	17, 4	20, 5	14, 3	16, 9	16, 7	pioggia
26	746, 4	746, 0	745, 8	746, 1	19, 6	21, 2	18, 4	22, 0	15, 1	18, 8	incalc.	gocce
27	745, 2	744, 1	743, 4	744, 2	17, 1	21, 8	16, 6	22, 0	14, 6	17, 6	3, 7	pioggia
28	744, 2	745, 8	747, 9	746, 0	14, 8	17, 6	15, 4	20, 2	14, 2	16, 2	12, 5	pioggia
29	747, 7	745, 8	743, 4	745, 6	16, 0	18, 4	18, 0	18, 8	13, 3	16, 5	incalc.	gocce
30	744, 3	744, 4	745, 8	744, 8	17, 1	19, 8	16, 7	20, 8	14, 8	17, 4	11, 2	pioggia
	755, 5	754, 5	754, 8	754, 9	17, 1	21, 0	17, 7	21, 7	14, 5	17, 7	68, 1	

Altezza barometrica	massima	764, 6 mm	g. 22, 23		Temperatura	massima	26°, 5	g. 18
»	minima	743, 4	» 27, 29		»	minima	10, 6	» 23, 24
»	media	754, 9			»	media	17, 7	

Temporale nei giorni 3, 25, 29.

Osservazioni meteorologiche fatte nell' Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

Giorni del mese	SETTEMBRE 1915 — Tempo medio dell' Europa centrale															Velocità media del vento in chilom. all'ora	Evaporazione nelle 24 ore
	Tensione del vapore acqueo in millimetri				Umidità relativa in centesimi				Nebulosità relat. in decimi			Provenienza del vento				
	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	9h	15h	21h		mm.
1	9, 0	7, 6	8, 2	8, 3	60	38	50	49	0	5	3	?	NW	SE	5	4, 4
2	5, 2	10, 7	11, 7	9, 2	33	52	82	56	4	8	6	?	NW	W	3	3, 7
3	11, 2	10, 1	12, 0	11, 1	79	72	90	80	4	10	5	NE	W	SE	2	2, 7
4	9, 8	5, 9	7, 7	7, 8	70	33	55	53	10	3	2	S	SW	S	5	1, 9
5	8, 9	5, 6	8, 4	7, 6	68	27	52	49	3	2	3	NW	W	SW	9	4, 7
6	6, 2	6, 5	9, 4	7, 4	36	30	58	41	0	2	0	W	W	?	11	5, 3
7	9, 0	8, 4	10, 4	9, 3	61	41	64	55	0	2	0	?	W	SW	1	3, 5
8	9, 9	8, 7	10, 5	9, 7	62	41	64	56	0	2	0	?	W	SE	5	3, 2
9	10, 2	12, 6	12, 1	11, 6	67	68	77	71	3	10	0	?	NW	SE	5	2, 9
10	11, 3	9, 7	9, 2	10, 1	86	58	66	71	10	8	3	E	NW	E	5	2, 1
11	7, 8	7, 8	8, 0	7, 9	63	55	65	61	3	8	0	NW	NW	NW	4	4, 1
12	7, 5	6, 9	8, 2	7, 5	58	41	59	53	0	4	0	W	E	?	7	3, 3
13	9, 8	7, 2	8, 9	8, 6	76	40	60	59	0	3	0	NW	NW	?	4	4, 0
14	8, 1	7, 4	9, 8	8, 4	49	35	58	47	0	5	4	SW	W	SE	8	3, 4
15	10, 3	9, 2	10, 1	9, 9	58	40	56	51	2	2	0	W	?	?	9	3, 3
16	12, 1	10, 4	10, 1	10, 9	72	47	62	60	0	3	0	?	W	SW	4	3, 1
17	10, 4	9, 2	10, 1	9, 9	62	40	54	52	0	0	0	?	W	S	2	5, 1
18	10, 1	11, 3	10, 5	10, 6	54	45	54	51	0	0	0	?	?	SW	6	3, 7
19	11, 0	12, 1	13, 8	12, 0	59	48	76	61	0	0	2	NW	?	NE	13	4, 4
20	9, 5	11, 8	10, 8	10, 7	72	63	72	69	10	2	9	?	W	N	4	3, 3
21	11, 1	11, 6	12, 4	11, 7	94	91	92	92	10	10	10	NW	?	?	0	2, 2
22	9, 4	7, 8	7, 2	8, 1	78	54	59	64	10	4	0	NE	NW	?	1	0, 8
23	6, 9	6, 8	8, 5	7, 4	63	45	66	58	0	0	0	W	W	?	2	2, 9
24	8, 9	7, 9	10, 4	9, 1	73	49	75	66	0	6	6	?	W	SE	2	1, 8
25	12, 2	13, 6	10, 8	12, 2	93	76	73	81	10	10	10	E	SE	SW	10	1, 7
26	9, 3	8, 1	11, 0	9, 5	55	43	70	56	0	4	10	SW	SW	SW	18	1, 8
27	12, 3	9, 1	11, 4	10, 9	85	47	81	71	2	8	8	?	NW	N	4	2, 9
28	10, 3	11, 1	9, 3	10, 2	82	74	71	76	9	5	2	W	SW	SW	11	2, 9
29	10, 4	10, 4	10, 6	10, 5	77	66	69	71	5	10	10	S	W	S	12	2, 5
30	9, 9	8, 6	9, 2	9, 2	68	50	65	61	5	10	10	SW	SW	S	12	2, 2
	9, 6	9, 1	10, 0	9, 6	67	50	66	61	3	5	3				6	3, 1

Tens. del vapor acq. mass. 13, 6 mm g. 25
» » » » min. 5, 2 » 2
» » » » media 9, 6

Umidità relativa mass. 94 g. 21
» » min. 27 » 5
» » media 61

Proporzione dei venti nel mese

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
2	3	4	7	6	14	18	14

Media nebulosità relativa nel mese in decimi

4

Osservazioni meteorologiche fatte nell' Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

Giorni del mese	OTTOBRE 1915 — Tempo medio dell' Europa centrale										Precipitazione pioggia, neve e grandine fuse	Forma delle precipitazioni
	Barometro ridotto a 0° C.				Temperatura centigrada							
	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	Mass.	Min.	Media mass. min. 9h, 21h		
	mm.	mm.	mm.	mm.	o	o	o	o	o	o	mm.	
1	747, 1	747, 1	747, 4	747, 2	14, 9	18, 0	15, 6	18, 4	14, 1	15, 8		
2	750, 1	750, 3	751, 2	750, 5	14, 4	17, 4	14, 8	17, 7	10, 4	14, 3		
3	750, 5	750, 5	752, 1	751, 0	12, 4	15, 5	11, 7	15, 6	10, 7	12, 6	1, 8	pioggia
4	753, 1	754, 2	754, 2	753, 8	11, 4	11, 8	11, 1	12, 8	10, 4	11, 4	1, 0	pioggia
5	753, 4	752, 1	753, 0	752, 8	10, 7	14, 0	11, 3	14, 5	10, 3	11, 7	10, 3	pioggia
6	753, 3	753, 4	754, 4	753, 7	10, 7	13, 4	11, 8	13, 8	10, 0	11, 6	25, 5	pioggia e grand.
7	754, 5	753, 7	753, 8	754, 0	11, 8	14, 0	12, 9	15, 2	10, 3	12, 6	incalc.	gocce
8	752, 7	750, 9	750, 6	751, 4	11, 9	16, 0	13, 4	16, 0	10, 1	12, 8	0, 8	pioggia
9	750, 7	750, 4	750, 6	750, 6	14, 4	14, 6	13, 8	16, 2	10, 0	13, 6	4, 8	pioggia
10	751, 4	751, 2	752, 9	751, 8	14, 0	17, 5	14, 2	17, 9	12, 7	14, 7		
11	756, 0	756, 0	757, 2	756, 7	13, 8	17, 2	15, 1	17, 5	11, 6	14, 5		
12	759, 4	759, 6	759, 4	759, 5	14, 4	17, 0	15, 3	17, 1	13, 3	15, 0	incalc.	gocce
13	759, 0	757, 9	757, 4	758, 1	14, 7	15, 6	14, 6	16, 2	14, 6	15, 0	0, 3	pioggia
14	755, 4	755, 0	755, 0	755, 1	13, 6	13, 8	12, 2	14, 8	12, 2	13, 2	13, 8	pioggia
15	753, 4	753, 0	754, 0	753, 5	11, 6	14, 0	11, 4	14, 1	10, 6	11, 9	2, 5	pioggia
16	754, 9	755, 4	757 0	755, 8	11, 6	13, 6	11, 8	14, 2	10, 2	12, 0		
17	758, 3	758, 1	758, 5	758, 3	12, 2	15, 4	13, 0	15, 5	10, 3	12, 8		
18	758, 0	756, 3	756, 1	756, 8	13, 0	15, 4	12, 8	15, 8	11, 1	13, 2		
19	755, 4	754, 6	755, 0	755, 0	10, 2	14, 6	11, 8	15, 0	9, 1	11, 5		
20	755, 8	755, 4	756, 0	755, 7	9, 6	14, 0	12, 2	14, 4	8, 0	11, 0		
21	757, 4	757, 1	758, 4	757, 6	10, 6	14, 4	11, 7	14, 9	8, 5	11, 4		
22	758, 6	757, 3	757, 5	757, 8	10, 1	14, 4	11, 4	14, 8	7, 3	10, 9		
23	757, 9	757, 8	758, 4	758, 0	10, 0	13, 8	10, 1	13, 4	7, 8	10, 4		
24	758, 5	757, 4	757, 2	757, 7	9, 9	13, 3	10, 4	13, 4	7, 3	10, 2		
25	755, 3	753, 5	751, 6	753, 5	8, 6	9, 6	8, 8	10, 4	6, 4	8, 6	0, 5	pioggia
26	750, 8	750, 7	750, 4	750, 6	10, 6	10, 8	10, 8	11, 4	8, 5	10, 3	0, 6	pioggia
27	749, 3	750, 1	751, 4	750, 3	8, 2	9, 8	9, 2	10, 9	7, 8	9, 0	12, 1	pioggia
28	751, 8	749, 9	748, 9	750, 2	7, 2	10, 6	10, 1	11, 0	6, 8	8, 8	incalc.	gocce
29	750, 9	751, 3	752, 6	751, 6	10, 1	12, 2	9, 5	12, 5	8, 3	10, 1	0, 8	pioggia
30	750, 6	749, 2	750, 6	750, 1	7, 8	11, 4	9, 6	12, 0	7, 0	9, 1	5, 0	pioggia
31	752, 2	751, 5	751, 8	751, 8	9, 4	12, 7	10, 1	12, 8	7, 9	10, 0		
	754, 1	753, 6	754, 0	753, 9	11, 4	14, 1	12, 0	14, 5	9, 8	11, 9	79, 8	

Altezza barometrica massima	759, 6 mm	g. 12		Temperatura massima	18°, 4	g. 1
» » minima	747, 1	» 1		» minima	6, 4	» 25
» » media	753, 9			» media	11, 9	

Nebbia nei giorni 13, 14, 25, 27, 30.

Osservazioni meteorologiche fatte nell'Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

OTTOBRE 1915 — Tempo medio dell' Europa centrale

Giorni del mese	Tensione del vapore acqueo in millimetri				Umidità relativa in centesimi				Nebulosità relat. in decimi			Provenienza del vento			Velocità media del vento in chilom. all'ora	Evaporazione nelle 24 ore
	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	9h	15h	21h		mm
1	8,8	9,5	8,3	8,9	70	62	63	65	2	5	2	W	W	W	8	3,6
2	8,0	7,7	10,3	8,7	65	52	82	66	1	2	8	?	?	E	7	3,0
3	9,2	8,3	8,9	8,8	86	64	86	79	9	7	10	W	SW	?	5	1,1
4	7,8	8,1	8,5	8,1	78	78	86	81	10	10	10	W	W	W	5	2,0
5	8,3	9,0	9,7	9,0	86	76	97	86	10	8	8	NW	W	N	3	1,0
6	8,3	8,8	9,3	8,8	86	77	90	84	7	6	10	W	W	?	3	1,2
7	8,3	8,7	8,8	8,6	81	73	79	78	7	10	6	W	NW	W	4	1,3
8	9,4	7,5	9,1	8,7	90	56	79	75	7	8	6	SW	?	?	4	1,5
9	9,0	9,9	9,0	9,3	74	80	76	77	3	10	10	?	W	SW	3	1,3
10	9,0	9,5	9,9	9,5	76	64	82	74	3	4	0	?	?	?	5	1,6
11	9,9	10,5	10,8	10,4	88	72	85	82	0	8	8	?	N	SE	2	1,0
12	11,7	10,6	12,5	11,6	95	74	97	89	10	10	10	SE	SW	SE	2	0,6
13	12,0	10,8	12,0	11,9	97	89	97	94	10	10	10	?	W	N	1	0,4
14	11,5	10,7	9,8	10,7	99	91	93	94	10	10	10	N	N	N	3	0,0
15	8,0	8,2	8,4	8,2	78	69	84	77	10	10	8	W	W	S	4	2,6
16	8,1	7,0	8,1	7,7	80	60	78	73	8	6	8	SE	NW	?	4	1,5
17	8,6	7,6	9,6	8,6	81	59	86	75	6	8	7	?	?	E	0	1,1
18	9,1	7,4	8,7	8,4	81	57	79	72	3	5	3	?	?	SE	0	1,5
19	7,8	7,6	7,6	7,7	84	62	74	73	8	5	0	NW	W	?	2	1,4
20	6,9	7,2	8,2	7,4	76	61	77	71	8	8	0	W	?	?	3	1,8
21	7,6	6,5	7,7	7,3	80	53	75	69	0	5	0	W	W	SW	4	2,3
22	7,2	6,7	6,6	6,8	78	55	65	66	0	0	2	?	W	SE	3	2,1
23	7,0	6,2	6,8	7,7	76	55	73	68	9	3	0	?	?	?	2	1,7
24	7,1	6,0	8,1	7,1	78	52	86	72	0	0	0	?	SW	SW	2	0,9
25	6,8	7,3	8,0	7,4	81	82	94	86	10	10	10	?	?	?	0	1,2
26	7,2	8,2	9,4	8,3	75	85	97	86	9	10	10	W	W	W	6	0,1
27	7,4	7,2	7,4	7,3	92	79	85	85	10	10	10	?	?	?	0	0,9
28	6,5	6,7	6,9	6,7	85	70	74	76	10	10	10	?	?	NW	0	1,1
29	7,2	7,6	8,2	7,7	78	72	92	81	3	10	10	?	NW	E	7	0,5
30	7,7	8,6	8,6	8,3	97	85	96	93	10	3	10	?	S	S	1	0,5
31	7,1	7,3	7,8	7,4	80	67	84	77	2	6	3	W	W	SW	3	1,1
	8,3	8,2	8,8	8,5	82	69	84	78	6	7	6				3	1,4

Tens. del vapor acq. mass. 12mm,5 g. 12
» » » » min. 6,0 » 24
» » » » media 8,5

Umidità relativa mass. 99 g. 14
» » min. 52 » 2, 24
» » media 78

Proporzione dei venti nel mese

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
6	0	3	6	3	8	26	6

Media nebulosità relativa nel mese in decimi
6

OSSERVAZIONI METEOROLOGICHE
FATTE NELL' OSSERVATORIO DELLA R. UNIVERSITÀ DI BOLOGNA (alt. 83m, 8)

Giorni del mese	NOVEMBRE 1915 — Tempo medio dell' Europa centrale										Precipitazione pioggia, neve e grandine fuse	Forma delle precipitazioni
	Barometro ridotto a 0° C.				Temperatura centigrada							
	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	Mass.	Min.	Media mass.min. 9h, 21h		
	mm.	mm.	mm.	mm.	o	o	o	o	o	o	mm.	
1	745, 1	745, 1	746, 2	745, 4	10,6	11,0	9, 4	15, 2	8, 5	10, 9	4, 2	pioggia
2	748, 2	748, 0	748, 1	748, 1	5,8	7, 4	6, 9	9, 4	4, 8	6, 7		
3	746, 7	742, 8	741, 5	743, 7	8,5	9, 4	9, 4	9, 4	6, 7	8, 5	24, 1	pioggia
4	745, 8	746, 0	751, 0	747, 6	10,6	15, 2	12,8	16, 2	8, 3	12, 0	1, 6	pioggia
5	752, 5	751, 8	751, 8	752, 0	10,3	12, 0	11, 1	13, 5	9, 7	11, 2	6, 4	pioggia
6	753, 6	754, 4	755, 6	754, 5	10,8	12, 0	11, 0	12, 3	10, 2	11, 1	0, 2	pioggia
7	757, 4	756, 4	756, 0	756, 6	10, 2	13, 0	10, 9	14, 2	9, 0	10, 8		
8	754, 6	752, 5	752, 6	753, 2	10, 7	11, 6	11, 2	11, 6	10, 0	10, 9		
9	751, 3	749, 6	749, 0	750, 0	10, 2	11, 2	10, 2	11, 5	9, 8	10, 4	4, 7	pioggia
10	745, 5	742, 6	742, 1	743, 4	9, 2	15, 2	10, 6	15, 4	9, 0	11, 0	0, 3	pioggia
11	745, 7	747, 8	751, 2	748, 2	9, 2	13, 2	10, 1	13, 6	7, 4	10, 1		
12	750, 7	749, 7	749, 7	750, 0	6, 6	9, 4	8, 2	10, 1	5, 5	7, 6	incalc.	gocce
13	740, 9	740, 4	742, 1	741, 1	8, 2	10, 6	8, 8	17, 8	7, 6	10, 6	incalc.	gocce
14	747, 4	747, 6	746, 0	747, 0	9, 4	11, 5	10, 0	12, 3	7, 3	9, 8		
15	747, 8	748, 6	750, 7	749, 0	7, 0	10, 6	8, 8	10, 6	5, 4	8, 0	incalc.	gocce
16	749, 7	749, 3	749, 8	749, 6	3, 8	1, 2	1, 7	8, 8	1, 0	3, 8	7, 7	pioggia e neve
17	754, 3	754, 7	755, 1	754, 7	3, 8	8, 0	5, 6	8, 1	0, 3	4, 4		
18	757, 4	757, 3	758, 4	757, 7	5, 4	7, 8	4, 0	7, 8	4, 0	5, 3		
19	760, 0	760, 4	761, 0	760, 5	2, 4	3, 6	4, 4	4, 6	1, 2	3, 2		
20	764, 3	765, 3	766, 9	765, 5	5, 0	5, 4	5, 4	5, 4	4, 0	5, 0		
21	769, 0	768, 0	768, 2	768, 7	4, 4	6, 5	6, 3	6, 7	3, 8	5, 3	incalc.	gocce
22	765, 8	763, 3	761, 5	763, 5	5, 0	6, 4	5, 3	6, 8	3, 7	5, 2		
23	758, 4	756, 2	755, 6	756, 7	4, 1	8, 0	4, 8	8, 4	3, 3	5, 2		
24	752, 2	751, 3	752, 7	752, 1	3, 8	7, 2	5, 4	7, 7	1, 7	4, 6		
25	753, 0	751, 0	750, 1	751, 4	2, 9	5, 0	4, 8	5, 4	2, 9	4, 0		
26	747, 8	745, 5	748, 9	747, 4	3, 0	8, 2	3, 8	9, 0	2, 0	4, 4		
27	753, 7	754, 8	757, 6	755, 4	0, 2	4, 0	1, 9	4, 1	— 0, 6	1, 4		
28	763, 4	764, 2	765, 5	764, 4	— 1, 6	2, 7	0, 0	3, 0	— 2, 1	— 0, 2		
29	764, 4	762, 3	761, 6	762, 8	— 2, 4	0, 2	0, 1	0, 7	— 4, 1	— 1, 4		
30	759, 1	758, 1	758, 1	758, 4	0, 0	0, 6	— 0, 2	1, 4	— 0, 9	0, 1		
	753, 5	752, 8	753, 5	753, 3	5, 9	8, 3	6, 8	9, 3	4, 6	6, 7	49, 2	

Altezza barometrica massima 769,0 mm g. 21
» » minima 740, 4 » 13
» » media 753, 3

Temperatura massima 17°,8 g. 13
» minima — 4, 1 » 29
» media 6, 7

Nebbia nei giorni 2, 3, 9, 10, 13, 28, 29.
Gelo nei giorni 17, 27, 28, 29, 30.

Osservazioni meteorologiche fatte nell'Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

NOVEMBRE 1915 — Tempo medio dell' Europa centrale

Giorni del mese	Tensione del vapore acqueo in millimetri				Umidità relativa in centesimi				Nebulosità relat. in decimi			Provenienza del vento			Velocità media del vento in chilometri all'ora	Evaporazione nelle 24 ore
	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	9h	15h	21h		mm.
1	8, 6	7, 6	6, 7	7, 6	90	77	76	81	5	6	0	NE	W	W	10	2, 1
2	6, 5	7, 0	7, 3	6, 9	94	91	99	95	10	10	10	?	?	?	1	0, 2
3	8, 1	8, 3	8, 6	8, 3	97	95	97	96	10	10	0	W	SE	W	5	0, 2
4	8, 0	7, 0	6, 5	7, 2	83	55	59	66	3	2	2	W	S	SW	12	1, 3
5	8, 5	9, 3	9, 7	9, 2	91	90	99	93	10	10	10	SW	?	?	6	0, 6
6	9, 2	8, 7	8, 6	8, 8	95	83	87	88	10	10	0	W	W	SW	2	1, 2
7	7, 8	8, 6	8, 4	8, 3	84	77	86	82	8	0	0	W	?	NW	1	0, 6
8	8, 3	8, 7	8, 0	8, 3	86	85	80	84	10	10	10	?	?	?	0	0, 5
9	8, 6	8, 4	8, 9	8, 6	92	85	96	91	10	10	10	?	?	?	0	0, 2
10	8, 4	7, 0	7, 0	7, 5	97	55	73	75	10	8	3	?	SW	W	8	0, 9
11	6, 8	3, 8	3, 8	4, 8	79	33	41	51	1	2	0	W	W	SW	10	3, 2
12	5, 0	6, 3	7, 2	6, 2	68	71	89	76	10	10	10	?	W	W	9	3, 2
13	7, 7	7, 4	7, 2	7, 4	94	77	85	85	10	2	0	?	W	NW	8	1, 5
14	5, 0	5, 5	6, 2	5, 6	56	54	68	59	5	8	10	W	?	SW	7	1, 8
15	5, 3	4, 0	2, 5	3, 9	71	42	30	48	0	2	0	?	W	W	7	3, 5
16	4, 8	4, 8	4, 7	4, 8	80	96	91	89	10	10	10	W	W	W	5	2, 0
17	2, 5	2, 9	2, 2	2, 5	42	36	32	37	0	0	0	W	W	SW	16	1, 8
18	3, 5	3, 0	3, 8	3, 4	52	38	62	51	0	2	0	S	W	S	11	1, 3
19	3, 6	3, 8	3, 6	3, 7	66	64	57	62	3	10	10	W	NW	NW	3	1, 4
20	3, 5	4, 4	4, 9	4, 3	54	66	72	64	10	10	10	W	W	W	6	1, 2
21	5, 9	5, 0	5, 0	5, 3	93	69	70	77	10	10	5	W	NW	W	6	1, 7
22	4, 4	4, 9	4, 6	4, 6	67	68	69	68	0	2	0	W	W	W	6	2, 3
23	4, 0	4, 5	5, 2	4, 6	66	56	81	68	0	0	0	?	?	W	4	2, 2
24	4, 5	5, 4	5, 5	5, 1	75	71	81	76	0	2	10	S	W	SE	3	0, 7
25	4, 6	4, 5	4, 5	4, 5	81	69	70	73	10	8	10	W	W	NW	2	1, 6
26	4, 7	2, 6	4, 6	4, 0	83	32	76	64	1	2	8	?	W	W	4	1, 4
27	3, 8	2, 3	2, 6	2, 9	81	38	49	56	0	0	0	W	W	?	4	1, 9
28	2, 9	2, 4	2, 9	2, 7	72	40	63	58	2	0	0	?	E	SE	2	1, 1
29	2, 0	4, 5	3, 8	3, 4	52	96	81	76	0	10	10	?	?	W	1	gelato
30	3, 7	4, 1	4, 4	4, 1	81	85	96	87	10	10	10	W	?	?	1	3, 3(*)
	5, 7	5, 6	5, 6	5, 6	77	66	74	73	6	6	5				5	1, 5

Tens. del vapor acq. mass. 9,7 mm g. 5
» » » » min. 2, 0 » 29
» » » » media 5, 6
Umidità relativa mass. 99 g. 2, 5
» » min. 30 » 15
» » media 73

Proporzione dei venti nel mese

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
0	1	1	3	4	7	42	6

Media nebulosità relativa nel mese in decimi: 6

(*) Comprende anche l' evaporazione del giorno precedente in cui l' evaporimetro rimase gelato.

Osservazioni meteorologiche
fatte nell'Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83^{m},8)

Giorni del mese	DICEMBRE 1915 — Tempo medio dell' Europa centrale										Precipitazione pioggia, neve e grandine fuse	Forma delle precipitazioni
	Barometro ridotto a 0° C.				Temperatura centigrada							
	9^{h}	15^{h}	21^{h}	Media	9^{h}	15^{h}	21^{h}	Mass.	Min.	Media mass. min. 9^{h}, 21^{h}		
	mm.	mm.	mm.	mm.	o	o	o	o	o	o	mm.	
1	756,8	755,5	755,2	755,8	0,1	1,4	1,7	1,8	— 0,6	0,8		
2	754,8	754,2	755,2	754,7	3,8	8,0	6,7	8,3	1,4	5,0		
3	755,1	754,8	755,2	755,0	5,1	9,2	6,2	9,4	4,0	6,2		
4	755,3	755,0	755,7	755,3	7,4	10,4	7,7	10,7	5,6	7,8		
5	755,5	755,3	756,0	755,6	8,0	9,9	9,1	10,0	7,0	8,5		
6	755,3	754,0	753,0	754,1	7,3	8,4	8,3	12,2	7,3	8,8		
7	754,0	754,4	755,0	754,5	7,8	9,6	8,9	9,6	6,3	8,2		
8	754,5	753,8	754,3	754,2	7,3	11,0	9,9	11,1	7,1	8,8		
9	758,6	755,9	756,3	756,9	9,7	10,4	10,1	10,9	9,3	10,0		
10	756,0	755,8	756,7	756,2	9,9	12,6	10,8	12,7	8,7	10,5		
11	757,8	755,6	754,2	755,9	10,0	13,0	13,0	13,0	8,8	11,2		
12	753,2	750,3	747,9	750,5	13,0	16,4	15,2	16,6	6,6	12,8		
13	746,6	747,9	752,8	749,3	13,2	11,4	6,5	15,2	6,5	10,4	0,2	pioggia
14	761,4	762,2	763,5	762,4	3,4	6,8	3,3	7,4	3,0	4,3	2,0	pioggia
15	761,3	757,8	756,0	758,4	1,8	4,0	3,5	4,0	1,1	2,6	incalc.	gelicidio
16	752,6	753,1	754,8	753,5	2,8	4,2	4,2	4,5	2,0	3,4	incalc.	gocce
17	756,2	755,8	755,6	755,9	3,7	5,0	5,7	5,7	3,3	4,6	incalc.	gocce
18	754,4	755,0	756,0	755,1	6,6	7,8	7,0	8,2	5,3	6,8	0,1	pioggia
19	755,2	752,2	751,9	753,1	6,2	7,0	7,5	7,5	6,0	6,8	8,2	pioggia
20	747,5	747,3	749,4	748,1	7,4	7,4	5,4	7,8	5,4	6,5	5,5	pioggia
21	752,8	753,0	754,2	753,3	4,0	6,6	4,0	6,9	3,3	4,6		
22	753,7	753,0	753,9	753,5	2,1	4,8	2,2	4,8	1,6	2,7		
23	754,0	752,4	751,7	752,7	— 2,9	— 0,6	— 0,4	2,2	— 4,0	— 1,3		
24	751,0	750,2	750,5	750,6	0,8	3,0	2,4	3,3	— 0,6	1,5		
25	749,8	748,5	743,8	747,4	2,3	3,3	11,0	11,0	2,0	6,6	incalc.	gocce
26	750,0	752,5	756,0	752,8	5,0	8,8	5,1	11,4	2,4	6,0	incalc.	gocce
27	760,5	760,6	761,2	760,8	— 1,1	2,2	1,5	5,1	— 2,1	0,8		
28	761,0	759,2	759,2	759,8	0,0	4,0	4,4	4,6	— 1,4	1,9		
29	757,2	756,0	756,5	756,6	4,8	7,6	6,3	7,9	4,3	5,8		
30	756,8	756,9	757,9	757,2	6,2	7,0	6,2	7,0	6,0	6,4		
31	760,6	760,7	761,5	760,9	6,9	8,4	8,2	8,5	6,1	7,4		
	755,1	754,5	754,9	754,8	5,2	7,4	6,5	8,4	3,9	6,0	16,0	

Altezza barometrica massima 763^{mm},5 g. 14 — Temperatura massima 16°,6 g. 12
» » minima 743,8 » 25 — » minima — 4,0 » 23
» » media 754,8 — » media 6,0

Nebbia nei giorni 1, 3, 6, 7, 8, 9, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31.
Brina nei giorni 1, 22, 23, 24, 27, 28.
Gelo nei giorni 1, 23, 24, 27, 28.

Osservazioni meteorologiche fatte nell' Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. $83^m,8$)

Giorni del mese	DICEMBRE 1915 — Tempo medio dell' Europa centrale														Velocità media del vento in chilom. all'ora	Evaporazione nelle 24 ore
	Tensione del vapore acqueo in millimetri				Umidità relativa in centesimi				Nebulosità relat. in decimi			Provenienza del vento				
	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	9h	15h	21h		mm.
1	4, 0	4, 7	4, 5	4, 4	87	93	89	90	10	10	10	W	W	W	3	gelato
2	5, 2	5, 8	5, 7	5, 6	87	72	78	79	3	2	4	W	?	?	2	1, 7(*)
3	5, 6	7, 0	5, 9	6, 2	86	86	83	85	6	5	4	W	?	?	1	1, 1
4	7, 0	6, 8	7, 1	7, 0	91	72	90	84	4	10	5	?	?	?	1	0, 6
5	6, 4	8, 0	7, 9	7, 4	80	88	92	87	8	10	8	S	?	?	0	0, 8
6	7, 6	8, 0	8, 2	7, 9	100	97	100	99	10	10	2	SE	?	W	3	0, 2
7	7, 9	8, 2	8, 2	8, 1	100	92	96	96	10	10	10	W	W	W	2	0, 2
8	7, 5	8, 8	8, 3	8, 2	99	90	91	93	10	8	10	?	?	?	0	0, 4
9	8, 5	8, 7	8, 4	8, 5	95	92	91	93	10	10	5	?	W	?	0	0, 4
10	8, 4	9, 1	8, 6	8, 7	92	83	88	88	2	8	0	?	?	?	0	0, 8
11	8, 6	9, 3	8, 7	8, 9	94	84	78	85	1	2	1	?	W	SW	1	1, 1
12	8, 6	7, 8	7, 9	8, 1	77	56	61	65	7	7	8	?	SW	SW	20	1, 5
13	4, 9	5, 8	6, 8	5, 8	43	57	94	65	3	10	10	SW	?	E	13	1, 8
14	5, 6	3, 4	3, 7	4, 2	97	46	63	69	8	2	0	W	NW	W	11	3, 0
15	3, 5	3, 3	4, 0	3, 6	66	55	68	63	2	5	10	W	W	W	3	1, 7
16	5, 5	5, 0	5, 6	5, 4	98	80	90	89	10	10	10	W	?	?	6	1, 4
17	5, 9	5, 7	6, 9	6, 2	98	87	100	95	10	10	10	?	NW	?	2	0, 5
18	7, 3	7, 2	7, 4	7, 3	100	91	99	97	9	10	10	?	?	?	1	0, 1
19	6, 9	7, 4	7, 5	7, 3	97	99	97	98	10	10	10	?	?	?	2	0, 2
20	7, 7	7, 2	6, 0	7, 0	100	94	89	94	10	10	10	W	NW	?	3	0, 2
21	5, 2	5, 6	4, 8	5, 2	85	77	78	80	0	1	2	W	?	?	2	1, 5
22	4, 3	5, 0	4, 2	4, 5	81	77	79	79	0	0	0	?	?	?	0	0, 3
23	3, 6	4, 2	4, 3	4, 0	96	96	96	96	10	10	10	?	NW	W	2	1, 4
24	4, 5	4, 7	5, 2	4, 8	92	83	95	90	2	10	9	W	?	?	1	0, 0
25	5, 4	5, 8	9, 3	6, 8	100	100	95	98	10	10	10	?	?	SW	2	0, 1
26	5, 1	5, 8	5, 5	5, 5	78	68	84	77	0	0	0	W	NW	NW	8	1, 5
27	4, 2	5, 2	5, 1	4, 8	98	96	100	98	10	10	10	?	W	S	0	0, 9
28	4, 6	5, 7	5, 8	5, 4	100	93	92	95	10	10	5	?	W	W	0	0, 2
29	6, 0	6, 7	6, 7	6, 5	93	86	94	91	10	8	10	?	?	?	1	0, 6
30	6, 9	6, 5	6, 7	6, 7	97	88	94	93	10	10	10	?	?	?	0	0, 8
31	7, 1	7, 3	6, 4	6, 9	96	89	79	88	10	10	10	?	?	?	0	0, 2
	6, 1	6, 4	6, 5	6, 4	90	83	88	87	7	8	7				3	0, 8

Tens. del vapor acq. mass. 9, 3 mm g. 11, 25
» » » » min. 3, 3 » 15
» » » » media 6, 4
Umidità relativa mass. 100 g. 6, 7, 17, 18, 20, 25, 27, 28.
» » min. 43 g. 13
» » media 87

Proporzione dei venti nel mese

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
0	0	1	1	2	5	25	6

Media nebulosità relativa nel mese in decimi
7

(*) Comprende anche l'evaporazione del giorno precedente in cui l'evaporimetro rimase gelato.

CONTRIBUTO ALL'ERNIA PERINEALE ED ALLA CISTO-ISTEROPESSIA

MEMORIA

DEL

Prof. ANGELO BALDONI

letta nella Sessione del 9 Aprile 1916.

(CON UNA FIGURA)

L'ernia perineale, come è noto, è rara nei grandi animali domestici, negli ovini e nei suini, mentre è abbastanza frequente nei cani.

È stata osservata da Shipley, da Cinotti e da noi nella cavalla, da Stockfleth, da Frick, da Handschuch, da Fäustle e da Schultz nella vacca, da Stockfleth nella pecora, da Meyer nella troia e da Villemin nel porco.

In tutte le specie degli animali l'ernia perineale si osserva quasi esclusivamente nelle femmine, fatta eccezione dei cani, in cui invece l'ernia è rarissima nelle femmine e molto comune nei maschi, perchè in questi interviene frequentemente un fattore eziologico importante, cioè l'ipertrofia prostatica. Ne hanno descritti dei casi nei cani Siedamgrotzky, Haubner, Stockfleth (2 casi), Vachetta (2 casi), Hoffmann, Liènaux (2 casi), Schmidt, Carougeau, Hendrickx, Plósz, Coquot, Livesey (2 casi), Male, Dieulouard, Auger (3 casi), Hobday, Ferlini. Invece è a nostra conoscenza soltanto un caso di ernia perineale nella cagna, quello cioè descritto nel 1846 da Benkert.

Secondo Hendrickx, anche Lafosse osservò in una cagna l'ernia perineale, ma non ci è stato possibile consultare il lavoro originale. Lanzillotti dice di aver curato varie volte l'ernia perineale nei cani, ma non indica esattamente il sesso. Anche Hebrant e Antoine non indicano il sesso dei loro operati, ma come Stockfleth, Cadiot e Almy, Hendrickx, Müller e Frick, Frèger e tutti coloro che si sono occupati dell'argomento, affermano che l'ernia perineale è frequente nei cani, mentre è rarissima nelle cagne.

Data appunto la rarità di questa lesione nelle cagne, ci è sembrato degno di nota il caso seguente, il quale presenta interesse anche per la patogenesi, per alcuni caratteri, per il contenuto dell'ernia e più specialmente per il trattamento curativo.

Cagna bracca, di mantello pezzato sauro, di anni 10, appartenente al Prof. Umberto Loreta di Bologna, entrata in Clinica il 28 ottobre 1915.

Il proprietario riferì che la cagna aveva partorito normalmente 15 giorni prima e che da 5 giorni mostrava in corrispondenza della vulva una tumefazione, la quale era aumentata gradatamente di volume e nelle ultime 48 ore aveva raggiunto proporzioni enormi. In seguito alla comparsa della tumefazione, l'animale assumeva spesso la posizione per defecare e per mingere e faceva forti premiti, i quali erano diventati più accentuati e più insistenti col crescere della tumefazione stessa. Negli ultimi due giorni l'urina era stata emessa a goccia a goccia durante

ENORME ERNIA PERINEALE

premiti fortissimi e non era avvenuta emissione di feci. La cagna conservava buon appetito e per tutto il resto sembrava perfettamente sana.

All'esame d'ispezione si notava alla regione perineale una tumefazione rotondeggiante, grossa quasi come una testa d'uomo, la quale si estendeva dalla base della coda fino al margine posteriore delle ultime mammelle e lateralmente, in specie al lato sinistro, sorpassava di molto il livello delle tuberosità ischiatiche. Sul limite superiore di essa era l'ano fortemente spinto contro la base della coda e a quattro dita trasverse al disotto dell'apertura anale trovavasi la vulva, le cui labbra molto tese e sottili limitavano un'apertura ovalare, il fondo della quale, ad un livello poco più basso delle labbra, appariva costituito da mucosa. L'apertura vulvare aveva il diametro longitudinale di circa 5 cm. e quello trasversale di 3 $^1/_2$ cm.

Nella porzione inferiore della tumefazione, tanto a destra quanto a sinistra, si vedevano dei solchi superficiali, i quali correvano dall'avanti all'indietro, ma non arrivavano fino alla parte più prominente. La pelle che ricopriva la tumefazione era fortemente tesa, era impossibile sollevarla in piega specialmente nella porzione centrale e superiore.

Alla palpazione si sentiva una consistenza diversa nelle varie parti della tumefazione, cioè in alcuni punti si notava una fluttuazione indistinta, si riceveva l'impressione della presenza di liquido in tensione molto forte, e in altri punti si sentiva invece una consistenza dura, fibrosa.

All'esplorazione rettale, dopo aver allontanato una grande quantità di sostanze fecali mediante abbondanti enteroclismi, si sentiva una grossa tumefazione rotondeggiante, la quale faceva compressione sul pavimento del retto, si prolungava in avanti in modo che col dito non si poteva arrivare al limite anteriore ed aveva una consistenza in parte cedevole, in parte dura.

Con un dito introdotto in vagina, la quale aveva una disposizione ad arco di cerchio con concavità inferiore a causa della forte compressione esercitata dalla porzione superiore della tumefazione, si potevano, meglio che con l'esplorazione rettale, rilevare i caratteri di questa. Essa era proprio al disotto della vagina, più estesa al lato sinistro che al destro, si prolungava in avanti, era in gran parte fluttuante e faceva sentire delle durezze in forma di grossi cordoni. Col dito non si poteva arrivare al limite anteriore della tumefazione, invece si raggiungeva facilmente il fondo della vagina, che sembrava più indietro che nelle condizioni normali.

Il cateterismo vescicale non era possibile: il catetere a circa 8 cm. dal meato urinario incontrava un ostacolo insormontabile. Le pressioni manuali esercitate ai lati e nelle porzioni più procidenti della tumefazione mentre l'animale era tenuto col treno posteriore più alto che coll'anteriore, non facevano ottenere alcuna modificazione del volume della tumefazione e non determinavano uscita di urina.

I dati sopra riferiti ci portarono subito ad ammettere una retroflessione della vescica, cioè un'ernia perineale contenente la vescica retroflessa e piena di urina. La presenza di masse dure in forma di cordoni ci fece sospettare che nel sacco erniario fosse contenuto anche l'utero.

Per evitare complicanze gravi tenuto conto che la cagna faceva premiti violenti, decidemmo di praticare per il momento il vuotamento della vescica mediante la punzione con un sottile trequarti e di eseguire poi a secondo tempo l'operazione dell'ernia. La punzione fatta seguendo le norme della più rigorosa asepsi nel punto più culminante e più distintamente fluttuante della tumefazione, dette esito a più di un litro e mezzo d'urina di colore e di odore normali.

Allontanata l'urina, la tumefazione si afflosciò e si ridusse alla grossezza di poco più di un pugno. Le pareti dell'ernia costituivano ora una specie di borsa pendente; attraverso ad esse mediante la palpazione si sentivano in modo molto distinto le masse dure, già indicate, in forma di grossi cordoni e che non potevano essere altro che il corpo e le corna dell'utero. A tale momento, mediante leggera pressione, si otteneva facilmente la riduzione del contenuto erniario, in seguito alla quale si poteva spingere profondamente la mano disposta a cono tra la vagina ed il pavimento del bacino.

Appena avvenuta la riduzione fu facile praticare il cateterismo vescicale, il quale non fece ottenere uscita di urina, perchè la vescica era già vuota, ma permise di constatare che questa aveva ripreso la sua posizione normale.

L'operazione fu dovuta rimandare di due giorni in attesa del consenso del proprietario; intanto alla sera del 28 ottobre e al mattino ed al pomeriggio del 29 fu dovuto ripetere il vuotamento della vescica mediante la punzione, perchè l'ernia aveva riacquistate le dimensioni e la tensione che essa aveva alla nostra prima visita e perchè l'animale accusava forti sofferenze.

Il 30 ottobre, alla cagna digiuna da 12 ore facemmo, dopo aver ottenuto nuovamente il vuotamento della vescica mediante la punzione ed il vuotamento del retto con enteroclismi, una iniezione sottocutanea di 10 cgr. di cloridrato di morfina e quindi praticammo la laparotomia inferiore, poco al davanti del margine anteriore del pube, a sinistra della linea mediana e poco distante da questa.

Attraverso l'incisione delle pareti addominali, lunga circa 12 cm., introducemmo una mano nell'addome e con un dito disposto ad uncino, spinto nel sacco erniario, agganciammo il corpo e le corna dell'utero e la vescica che costituivano il contenuto erniario e li tirammo delicatamente in avanti fino a far loro riprendere la posizione normale.

Tale manovra riuscì facilissima perchè i visceri non avevano contratto aderenze, del qual fatto ci eravamo persuasi in precedenza avendo potuto ottenere la riduzione completa dopo l'estrazione dell'urina. Le corna ed il corpo dell'utero erano molto grossi, cianotici per disturbo di circolo dovuto certamente alla formazione di gomiti. Anche la vescica aveva pareti molto spesse ed alla superficie esterna appariva molto arrossata.

Rimessi in giusta posizione i visceri, fissammo la parte più anteriore del corpo dell'utero e più precisamente la porzione in cui comincia la biforcazione, alla parete addominale inferiore al lato destro della breccia dell'addome con quattro punti di sutura nodosa con seta sottile, e con altrettanti punti di sutura nodosa con identica seta fissammo il fondo della vescica alla parete addominale inferiore al lato sinistro della breccia della laparotomia.

Nell'attraversare la parete del corpo dell'utero e della vescica avemmo cura di non penetrare coll'ago nel lume degli organi, ma di passare tra il piano mucoso e quello muscolare, mentre dal lato della parete addominale procurammo di far passare l'ago molto profondamente nello spessore dei muscoli.

Con sutura dei margini peritoneali e con sutura dei margini muscolari e cutanei insieme chiudemmo la breccia addominale. Con abbondante strato di garza e di cotone e con molti giri di fascia proteggemmo le regioni inferiori dall'addome

La cicatrizzazione della breccia della laparotomia avvenne soltanto in parte di prima intenzione. Il 20 novembre la cicatrizzazione era completa e si sarebbe potuta licenziare la cagna, ma la trattenemmo in Clinica in osservazione fino al 7 Dicembre.

In tutto il tempo che la cagna rimase in Clinica non mostrò mai alcun disturbo per l'operazione subita, conservò sempre buon appetito e ottime le condizioni generali. La minzione e la defecazione si effettuarono sempre in modo regolare e non si ebbe mai accenno di riproduzione dell'ernia. La specie di sacco al perineo rimasta dopo l'operazione si ridusse gradatamente di volume, tanto che al momento in cui l'animale lasciò la Clinica la regione perineale era quasi normale.

Anche a domicilio per circa quattro mesi la cagna conservò ottima salute e non mostrò mai indizio di recidiva dell'ernia. Verso la metà di marzo ammalò ed il 19 marzo morì. Il proprietario ci informò subito della morte dell'animale e ci permise di fare l'autopsia, del cui protocollo ci limitiamo a riportare i dati principali.

Alla regione perineale non si notava nessuna alterazione. Le labbra della vulva erano un po' più grosse e leggermente più sporgenti del normale da far sospettare, al semplice esame esterno, che la cagna fosse morta durante il periodo dei calori.

Nel cavo pleurico, tanto a destra quanto a sinistra, esisteva una notevole quantità di liquido sieroso emorragico; le pleure ed i polmoni presentavano lesioni diffuse di pleuro-polmonite.

Nella cavità addominale non si trovava alcun contenuto abnorme ed il peritoneo parietale e viscerale presentavasi con caratteri normali. Alla parete inferiore della cavità, sulla linea mediana esisteva una aderenza della porzione anteriore del corpo uterino e dell'inizio delle corna, aderenza irregolarmente circolare, della grandezza di una moneta di dieci centesimi, solidissima. Dal margine sinistro di questa aderenza partiva dal piano peritoneale una robusta briglia fibrosa larga 2 cm., altrettanto lunga e spessa mezzo centimetro, la quale si inseriva solidamente sul fondo della vescica.

Il sacco erniario era completamente scomparso, al suo posto non esisteva che un ammasso di connettivo, il quale avviluppava gli organi circostanti e si estendeva fino al perineo produ-

cendo un leggero spostamento in dietro della vulva e un maggior volume delle labbra di questa. La escavazione retto-vaginale e quella vagino-vescicale sembravano un po' più profonde che nelle condizioni ordinarie, ma in tutti i punti di esse il peritoneo aveva un aspetto normale.

Il caso ora descritto ci ha offerto l'occasione di fare alcune considerazioni relativamente alla patogenesi, alla sintomatologia ed alla terapia di queste ernie.

Nello sviluppo dell'ernia perineale nei cani è stata sempre attribuita grande importanza ai salti, alla posizione dei maschi durante l'accoppiamento, al camminare sugli arti posteriori, alla posizione per defecare, a quella per mingere nelle femmine, al sedersi sulle natiche e sopratutto ai forti premiti espulsivi, sia in casi di disturbi intestinali, sia per ostacoli all'emissione dell'urina, sia durante il parto. Ma i premiti e tutte le altre cause sopra indicate non possono da sole determinare l'ernia, poichè altrimenti, come fecero notare anche Cinotti e Ferlini, questa si dovrebbe osservare con una frequenza molto maggiore. Perchè l'ernia perineale si produca è necessario perciò l'esistenza di una disposizione congenita.

Zuckerkandl, a proposito della patogenesi di tali ernie nella specie umana, parlò di una predisposizione, che spiegò con lo stato reticolato del peritoneo. Probabilmente questa speciale condizione del peritoneo rivestente le escavazioni retto-vaginale e vagino-vescicale nelle femmine e l'escavazione retto-vescicale nei maschi può esistere anche negli animali domestici, ove non può escludersi anche che in casi di ernia perineale preesistessero le indicate escavazioni molto più profonde del normale in seguito a disturbi dello sviluppo, o addirittura dei veri diverticoli peritoneali.

All'autopsia della cagna abbiamo ricevuto l'impressione che le escavazioni avessero una profondità maggiore dell'ordinario, ma sia per il fatto che non avevamo a nostra disposizione un'altra cagna sana e dell'istessa taglia per il relativo confronto che sarebbe riuscito utilissimo, e sia perchè una maggiore profondità poteva anche essere consecutiva alla retrazione del connettivo sviluppatosi nella sede del sacco erniario, su tale dato non crediamo di poter insistere molto.

Nel caso nostro lo spostamento della vescica e dell'utero rimontava indubbiamente al momento del parto, perchè da quest'epoca non era intervenuta nessun'altra circostanza speciale, favorevole allo sviluppo dell'ernia. È logico pensare che a principio si sia trattato di un semplice spostamento in dietro della vescica e dell'utero in modo che questi organi spinti nel bacino formavano un'ernia intrapelvica. A poco a poco la escavazione vagino-vescicale si è accentuata sempre più, la vescica ha potuto situarvisi completamente riversandosi su sè stessa. Avvenuta la retroflessione e ostacolata perciò la emissione dell'urina, la vescica ha acquistato un volume enorme e, accompagnata dall'utero, è arrivata a far salienza alla regione perineale. Così l'ernia intrapelvica si è trasformata in ernia perineale. Tale successione trova una conferma nel fatto che la cagna soltanto 10 giorni dopo il parto, senza intervento di altra causa apprezzabile, aveva presentato l'ernia perineale e che con la comparsa di questa erano cominciati i premiti.

Questo modo di manifestarsi dell'ernia perineale consecutiva a parto non è comune, perchè in tutte le femmine degli animali domestici essa apparisce poco dopo la espulsione del feto.

Tutti gli autori che si sono occupati di queste ernie sono concordi nel ritenere che il contenuto erniario può essere costituito dall'epiploon, dall'intestino, dalla vescica e dall'utero. Dall'esame dei casi clinici descritti con sufficienti particolari risulta che nell'ernia nella cavalla è stato trovato l'intestino (Shipley, Cinotti, noi); nella vacca l'intestino (Stockfleth), l'utero con parte del feto (Frick), la vescica (Schultz); nella pecora l'intestino e la porzione inferiore della vagina (Stockfleth); nella troia un corno uterino col feto (Meyer); nel porco la vescica (Villemin); nel cane la vescica (Siedamgrotzky, Haubner, Stockfleth, Liènaux, Schmidt, Carougeau, Hendrickx, Coquot, Auger), l'intestino (Vachetta, Plòsz, Dieulouard), l'epiplon (Livesey); nella cagna l'utero (Benkert).

Da queste osservazioni risulta che mentre nei grandi animali il contenuto erniario è costituito di solito dall'intestino, nei piccoli sono più frequentemente spostati la vescica nei maschi, l'utero nelle femmine. Nel caso nostro, come abbiamo detto, il contenuto erniario era formato da questi due ultimi visceri, la cui presenza nel sacco spiega l'enorme volume dell'ernia e la grande ampiezza della comunicazione tra sacco erniario e cavità pelvica.

Di solito tali ernie sono facilmente riducibili e secondo Stockfleth, Vachetta, Hoffmann, Schmidt, Gutmann, Coquot, Frèger ed altri, basta, specialmente nei cani, mettere gli animali col treno posteriore più alto dell'anteriore per ottenere la riduzione dell'ernia. Questa però si manifesta di nuovo appena gli animali sono posti col tronco in direzione orizzontale o inclinata dall'alto in basso e dall'avanti all'indietro e quando si obbligano gli animali a tossire.

Questa facile riducibilità non si ha però quando il contenuto erniario è costituito dalla vescica retroflessa. In questo caso, che nel cane è comunissimo, per la forte replezione della vescica e per l'impossibilità di vincere l'ostacolo all'espulsione dell'urina costituito dalla piegatura del collo vescicale, non solo non si può avere la riduzione sollevando il treno posteriore, ma non possono riuscire efficaci neppure le pressioni manuali, con le quali non conviene insistere troppo per evitare conseguenze gravi e sopratutto la rottura della vescica. In tali condizioni, non potendosi ottenere una riduzione del volume di quest'organo mediante il cateterismo, è necessario ricorrere alla punzione. Estratta l'urina, la riduzione avviene con grande facilità.

Le ernie perineali possono essere veramente irriducibili ed anche strozzate, ma ciò è molto raro, perchè eccezionale è la presenza di aderenze tra viscere e sacco, e perchè il colletto erniario è sempre molto ampio. Prendendo in esame le varie osservazioni, in cui l'ernia fu considerata come irriducibile o come strozzata, risulta che nella quasi totalità di esse trattavasi di retroflessione della vescica, per cui la irriducibilità era dovuta unicamente alla replezione della vescica stessa ed i sintomi dello

strozzamento erano in relazione all'impedita emissione dell'urina. Naturalmente in queste ernie ritenute irriducibili o strozzate, il vuotamento della vescica mediante la punzione avrebbe fatto scomparire le manifestazioni attribuite allo strozzamento e avrebbe reso facilissima la riduzione.

Ma il caso da noi osservato, più che per le considerazioni sopra esposte relativamente alla patogenesi e ad alcuni caratteri clinici, presenta un certo interesse per il risultato avuto mediante la cisto-isteropessia.

Il concetto di non curare la ernia perineale quando non dà alcun fastidio all'animale, concetto espresso da Stockfleth e recentemente seguito da Gutmann, da Müller e Frick, da Frèger e da altri, non è giusto perchè l'ernia acquista sempre maggior volume e finisce per produrre disturbi gravi. Nel cane osservato da Coquot, l'ernia delle dimensioni di un pugno, dopo 20 mesi aveva raggiunto le dimensioni della testa di un uomo ed era causa di disturbi gravi, per cui il cane fu abbattuto.

Stockfleth, Carogeau, Schmidt ed altri, sia per la dubbia efficacia della cura causale, come ad esempio nei casi in cui l'ernia è in dipendenza dell'ipertrofia prostatica, sia perchè hanno ritenuto impossibile mantenere in giusta posizione i visceri erniati dopo la riduzione, hanno proposto senz'altro l'abbattimento degli animali.

Alcuni si sono limitati a fare la cura causale, altri hanno praticato soltanto la riduzione in modo cruento od incruento. Così Hobday nel cane con ernia perineale dipendente da ipertrofia prostatica fece la castrazione ed ottenne il ritorno della prostata alle dimensioni normali e una notevole riduzione del volume dell'ernia. Nella cagna Benkert fece soltanto la riduzione dell'utero, che costituiva il viscere erniato, mediante una mano introdotta nell'addome dopo aver praticata la laparotomia. Nella vacca con retroversione della vescica, Fäustle fece l'incisione del sacco erniario, rimise in giusta posizione la vescica e suturò i margini cutanei. Frèger ha consigliato soltanto la riduzione in tutti i casi di ernia riducibile. Ma si comprende facilmente che la cura causale non basta da sola a far guarire l'ernia; che la semplice riduzione, benchè nel soggetto curato da Fäustle abbia portato alla scomparsa definitiva dell'ernia, non può mettere a riparo di facile e spesso immediate recidive, e che non è razionale fare l'incisione del sacco e tanto meno la laparotomia per ridurre il viscere quando trattasi di ernie facilmente riducibili col metodo incruento.

Alcuni dei metodi curativi delle ernie ombelicali e ventrali riducibili sono stati impiegati nelle ernie perineali dei cani. Vachetta sulla superficie esterna dell'ernia fece delle pennellature con acido nitrico ed ottenne una fortissima riduzione del volume dell'ernia. L'azione dei caustici però può riuscire molto pericolosa poichè, essendo in generale il colletto molto ampio, si può avere lo sventramento.

Vachetta, Lanzillotti ed altri sono ricorsi anche al metodo della mortificazione del sacco mediante la sutura a doppia filzetta, per la quale Hoffmann adoperò fili metallici. Ma anche questo, come l'uso dei caustici, può portare allo sventramento, perchè può avvenire la caduta del sacco prima della chiusura dell'a-

nello erniario. Vachetta riferì che in un cane il sacco cadde dopo due giorni e che per impedire il prolasso dell'intestino e per avere la guarigione dovette fare più volte la sutura delle pareti dell'apertura e tenere il cane in piedi e sospeso.

Nelle ernie riducibili Stockfleth e Gutmann consigliarono di mettere allo scoperto il sacco, di legarlo o suturarlo, di asportare la porzione periferica alla legatura o alla sutura e di riunire i margini cutanei. Nelle ernie ritenute irriducibili, o veramente tali, Siedamgrotzky, Haubner, Cadiot e Almy, Müller e Frick, Plòsz, Livesey, Frèger incisero il sacco, fecero la riduzione e quindi la resezione del sacco previa legatura o sutura. Lanzillotti, fatta la incisione e la riduzione, invece di fare la resezione del sacco, provoca la mortificazione di esso mediante la sutura a doppia filzetta.

Il metodo della asportazione del sacco, dopo aver fatta la legatura o la sutura, benchè sia stato fino ad oggi il più spesso usato, non mette a riparo dalle recidive, perchè anche facendo la sutura o la legatura il più profondamente possibile, rimane sempre la porzione anteriore del sacco che finisce per ricettare di nuovo il viscere e per distendersi. Siedamgrotzky ebbe appunto la recidiva e potette ottenere la guarigione mantenendo un tampone contro l'anello erniario con una sutura incavigliata di due pieghe cutanee sollevate ai lati del sacco erniario.

Liènaux, Hendrickx e Auger in cani con retroversione della vescica, praticarono la cistopessia, senza alcun intervento sul sacco. Il caso di Lièuaux ebbe esito letale; il cane operato da Hendrickx morì dopo alcuni mesi; uno dei tre cani operati da Auger si distrusse la sutura e morì in seguito a sventramento, mentre gli altri due guarirono.

Hebrant e Antoine hanno sostenuto che nelle ernie perineali nei cani, perchè possa avvenire la guarigione, sono necessari la resezione del sacco e il fissamento addominale del viscere erniato, mentre uno solo di questi atti operativi non può dare che un risultato temporaneo. E cioè, in seguito alla sola cura diretta, la pelle, il connettivo ed il peritoneo sollecitati dalle stesse condizioni di prima si lasciano trascinare e dilatare dalla forza di espulsione esercitata dai visceri; in seguito al solo fissamento addominale degli organi erniati, dopo un tempo più o meno lungo, le aderenze si peduncolano, si assotigliano, si rompono, se l'organo che si è attaccato, come la vescica e l'intestino, ha movimenti propri risultanti dalla sua parete muscolare.

Che la sola operazione diretta, cioè la resezione del sacco, non sia sufficiente è ammesso anche da noi perchè, come abbiamo detto, non potendosi asportare completamente il sacco, l'ernia facilmente recidiva. Non siamo invece d'accordo con Hebrant e Antoine sull'altra affermazione relativa all'inutilità del solo fissamento addominale. In un caso di Hendrickx, tenuto in osservazione per alcuni mesi e in due casi di Auger operati di sola cistopessia, non si ebbe la recidiva. La dimostrazione che le aderenze addominali non si assotigliano e non si lacerano si ha anche nel risultato ottenuto da Wende in una cagna con prolasso uterino curato coll'isteropessia ed in quello ottenuto da Lièuaux in un cane con rovesciamento del retto curato con la rettopessia.

Tuttavia è possibile dopo il fissamento addominale avere la riproduzione dell'ernia, ma ciò dipende soltanto dal modo con cui il fissamento stesso è stato fatto. Non occorre, perchè l'aderenza si formi solida e duratura, la cruentazione delle superficie che debbono venire a contatto, praticata da Hebrant e Antoine e da Dieulouard, ma è sopratutto necessario applicare un certo numero di punti di sutura e comprendere coi fili la maggior quantità di tessuto possibile. In un cane con pseudoernia perineale, Lièn aux fissò con soli due punti il retto alla parete addominale, ma la pseudoernia si riprodusse. Ripetuta l'operazione e fissato il retto con sei punti di sutura, la guarigione fu duratura. Udriski in una cagna con prolasso cronico dell'utero e della vescica, col fissamento del solo utero ebbe a secondo tempo la riproduzione del prolasso, ma in proporzioni minori: rifatto il fissamento dell'utero in modo più solido e fissata anche la vescica, ebbe la guarigione completa e duratura.

Contro le affermazioni di Hebrant e Antoine relativamente all'inutilità del solo fissamento addominale e alla necessità di fare il fissamento e la resezione del sacco, sta anche il risultato da noi ottenuto, il quale ci ha invece dimostrato che il fissamento del viscere erniato alla parete addominale nelle ernie perineali dei cani è un metodo razionale e da preferirsi a tutti i metodi di cura diretta; che l'associazione della resezione del sacco al fissamento addominale del viscere non è necessaria perchè il sacco gradatamente si riduce e viene sostituito da connettivo e perchè le aderenze della vescica e dell'utero alla parete addominale anche dopo varî mesi dall'operazione sono tanto solide da fare escludere in modo assoluto la possibilità di una recidiva in un'epoca più o meno lontana.

BIBLIOGRAFIA

Auger. — Trois cas de rétroflexion de la vessie, traitée par la cystopexie chez le chien. *Iournal de Méd. vét. et de Zoot.* 1910, p. 457.

Benkert. — Von der Heilung eines bei einer Hündin gewiss selten vorkommenden Bruches. *Zeitschrift für die gesammte Thierheilkunde* 1846, p. 53.

Cadiot e Almy. — Traité de therapeutique chirurgicale des animaux domestiques. Paris 1898 Volume 2, pag. 506.

Carougeau. — Hypertrophie de la prostate et hernie périnéale de la vessie chez un chien. *Iournal de Méd. vét. et de Zoot.* 1897. p. 643.

Cinotti. — Ernia perineale nella cavalla. *Il nuovo Ercolani,* 1907, pag. 72 e 81.

Coquot. — Hernie périnéale chez un chien: rotation laterale de la vessie et de la prostate. *Bull. de la Soc. cent. de Méd. vét.* 1903, p. 528.

Dieulouard. — Hernie périnéale. Colopexia et résection du sac herniaire. Guérison. *Recueil de Méd. vét.* 1909, p. 438.

Fäustle. — Hernia vesicae perinealis. *Wochenschrift für Thierheilk.* 1905, Vol. 2, p. 279.

Ferlini. — Sopra un caso di notevole ipertrofia della prostata associata ad ernia perineale in un cane. *Moderno Zooiatro. Parte scientifica,* 1915, p. 433.

Fréger. — Hernie périnéale. *Iournal de Méd. vét et de Zoot.* 1906, p. 487.

Frick. — in Möller u. Frick. — Lehrbuch des speciellen Chirurgie für Thierärzte. Stuttgart 1900, p. 383.

Gutmann. — Chirurgische Krankheiten des Magens und Darmes. Handbuch der thierärztlichen Chirurgie und Geburtshilfe von Bayer u. Fröhner. Leipzig. 1897.

Handschuh. — Traumatischer Mittelfleischbruch. *Wochenschr. f. Thierheilk.* 1900, p. 24. *Jahresber.* 1900, p. 124.

Haubner. — Mittelfleischbruch b. Hund. *Sachs. Jahresber.* 1877, p. 63.

Hebrant et Antoine. — Sur la hernie périnéale du chien. *Annales de Méd. vét.* 1907, p. 648.

Heudrickx. — Krankheiten der männliche Geschlechts- und Harnorgane. Handbuch der thierärztlichen Chirurgie und Geburtshilfe von Bayer u. Fröhner. Leipzig, 1899.

Hobday. — Prostatic enlargement cured by castration. *The veterinary Iournal.* 1910, p. 219.

Hoffmann. — Tierärztliche Chirurgie. Stuttgart 1892, Vol. 1, p. 471.

Lanzillotti. — Trattato di Tecnica e Terapeutica chirurgica. Milano 1897, Vol. 2, p. 705.

Liénaux. — De l'hypertrophie de la prostate chez le chien. *Annales de Méd. vét.* 1896, p. 1.

Id. — Renversement du rectum chez un chien; contention par la suture péritonéale de l'organe. *Annales de Méd. vét.* 1898, p. 575.

Id. — Pseudo-hernie périnéale du chien. Inflexion du rectum suite d'hypertrophie de la prostate; réduction par rectopexie. *Annales de Méd. vét.* 1903, p. 121.

Livesey. — Hernie périnéale chez le chien, *The veterinary Journal* 1905 p. 293. *Revue génér. de Méd. vét.* 1906, Vol. 11, p. 499.

Male. — Perinealhernie nach einer Castration in Folge Prostatahypertrophie. *Jahresb.* 1908, p. 180.

Meyer. — Kleine Beiträge sur pathologischen Anatomie und Anders. *Magazin für die gesammte Thierheilkunde* 1851, p. 96.

Möller u. Frick. — Lehrbuch der speciellen Chirurgie für Thierärzte. Stuttgart 1900, p. 383.

Plòsz. — Geheilte Fälle von Inguinal-und Perinealhernie. *Jahresber.* 1901, p. 131 e 133.

Schmidt. — Seltene Complication einer Hernia perinealis mit einer Hernia diaphragmatica. *Thierärztliche Centralblatt* 1897, p. 260.

Schultz. — Hernia ventralis und perinealis bei einer Kuh. *Jahresbericht* 1910, p. 190.

Siedamgrotzky. — Mittelfleischbruch mit Einklemmung der Harnblase. *Bericht über das Veterinärwesen im Königreiche Sachsen,* 1877, p. 63.

Shipley. — Mittelfleischbruch mit Eintritt des Coecum in die Beckenhöhle. *Jahresbericht* 1905, p. 193, 196.

Stockfleth. — Handbuch der thierärztlichen Chirurgie. Leipzig 1879, p. 463.

Udriski. — Prolapsus chronique de l'utèrus et de la vessie chez la chienne: cysto-hysteropexie. Guèrison. *Revue gènèrale de Mèd. vét.* 1912, Vol. 22, p. 27.

Vachetta. — La Chirurgia speciale degli animali domestici. Pisa 1887, Vol. 1, p. 831.

Villemin. — Hernie pèrinéale de la vessie chez un porc. *Iournal de Mèd. vét. et de Zoot.* 1903, p. 711.

Wende. — Fixation ventrale de l'utèrus comme moyen de traitement du renversèment de cet organe chez une chienne. *Iournal de Mèd. vét. et de Zoot.* 1892, p. 310.

Zuckerkandl. — in Ruggi e Vaccari. — Trattato Italiano di Chirurgia. Vol. 4, Parte 2.

Contributo all'uso della medicatura asettica nei feriti di guerra

MEMORIA

DEL

Prof. Comm. GIUSEPPE RUGGI

DIRETTORE DELLA CLINICA CHIRURGICA DI BOLOGNA

letta nella Sessione del 9 Aprile 1916.

(CON 3 TAVOLE)

Egregi Colleghi,

Nella mia qualità di Direttore della Clinica Chirurgica di Bologna, fin dal Maggio scorso militarizzata; di consulente chirurgo della Divisione Militare di Piacenza e del 6° Corpo d'Armata avente sua sede in Bologna, e di Presidente del 5° Comitato Regionale Militare Sanitario, avendo avuta l'opportunità di vedere e curare molti feriti in guerra, ritengo conveniente trarne profitto, per parlare della medicatura a preferenza usata tra noi per la cura di questi feriti.

I giovani non sanno perchè non videro; ma noi che per ragione di età, per eccezionali condizioni avute, e per innata passione alla chirurgia, abbiamo continuamente seguito il movimento scientifico e pratico di questa, possiamo stabilire confronti e dare giudizii intorno al valore degli attuali mezzi usati per le operazioni e le medicature, tanto nei casi asettici che settici.

Il grande cambiamento rispetto alla cura e medicatura dei feriti avvenne fra noi, come è ben noto, quasi mezzo secolo fa, dopo che il Lister, sulla base delle immortali scoperte di Pasteur, fece conoscere la sua medicatura antisettica. Fu allora che svariatissime si succedettero le prove che ci guidarono dall'antico sistema all'attuale trattamento delle ferite, prove le quali si possono considerare come altrettante pietre miliari poste sulla lunga e aspra via percorsa.

Colla introduzione e la pratica della medicatura alla Lister, straordinariamente grandi furono i progressi fatti dalla chirurgia; anzi, a tutta prima, parve che la medicatura Listeriana, sebbene assai complicata e dirò oltremodo farraginosa, rappresentasse l'ideale della cura, le colonne d'Ercole, oltre alle quali non fosse possibile avanzare.

Ma se i principî fondamentali della medicatura Listeriana rimasero alla pratica, molte cose furono non pertanto successivamente rimutate.

Il nostro Lorenzo Nannoni, che nel 18° secolo dettava chirurgia in Firenze, parlando della *semplicità nell'arte del medicare*, soleva ripetere: « Potessi io difendermi dall'aria, come mi so difendere dai medicamenti nocivi »; concetto che fu appunto raccolto dal Lister, allorchè (sulla base delle esperienze del Pasteur, secondo le quali una miriade di microrganismi, compresi molti patogeni, volteggiano nell'aria) volle, mediante polverizzazioni antisettiche eseguite durante le operazioni e le cure successive delle ferite e delle piaghe, modificare l'aria ambiente, disinfettandola.

Noi chirurghi della presente epoca crediamo assai limitatamente alla grande influenza dell'aria ambiente durante le operazioni. Del metodo Listeriano restano però inconcussi alcuni corollari; quali 1°) l'asepsi procurata con mezzi chimici e fisici nel campo sul quale si deve operare, 2°) l'asepsi di tutto quello che può avere rapporto colla ferita.

Egli è certo che l'asepsi assoluta in una ferita o durante un atto operatorio condotto anche colle più scrupolose precauzioni non è possibile ottenere, perchè una certa copia di microrganismi penetrano sempre nell'interno; ma la loro presenza deve essere mantenuta in una proporzione di inferiorità grande, rispetto agli elementi di difesa che, in quel dato soggetto, dal sangue e dai tessuti tutti costantemente derivano.

Ma se ci siamo molto allontanati da quella tecnica che il Lister prescrisse, avendo abbandonato l'uso del *polverizzatore*, del *Mackintosch* e del *protective*, seguitiamo nonpertanto a servirci con grande profitto della garza, del cotone idrofilo e del catgut, tutti mezzi introdotti nella pratica e valorizzati dal Lister. Lo stesso dicasi delle fasce di garza delle quali si fa oggidì uso quasi esclusivo, mentre prima si adoperavano solo fasce di tela od al più di cotone, ma di un tessuto spesso, delle quali ultime solo di rado noi ora ci serviamo.

Il Lister, com'è noto, per ottenere l'asepsi per mezzo dell'antisepsi si serviva dell'acido fenico in soluzione acquosa dal $2\frac{1}{2}$ al 3 per cento. Questo preparato, che non è ora del tutto e da tutti abbandonato, non viene generalmente usato nelle ordinarie cure di ferite asettiche e settiche. Lo si ritiene giovevole solo in casi di ferite sporche di terriccio e come preventivo per il *tetano*.

Della predetta medicatura antisettica Listeriana mi sono lungamente servito al suo nascere, dando relazione delle mie osservazioni in due scritti, che furono tra i primi in Italia (1).

Ma collo svolgersi successivo delle cose si vide, dalla maggior parte degli osservatori, che era pericoloso l'uso dell'acido fenico in chirurgia. Fu notato infatti che detta sostanza antisettica di difesa contro le infezioni, mentre in modeste proporzioni non serviva allo scopo, avvelenava i soggetti usato in proporzioni maggiori.

---

(1) Ruggi — Alcuni esperimenti sulla medicatura Lister. *Commentario Clin. di Pisa,* 1878. — Dell'arte del medicare secondo il metodo del Lister - Zanichelli 1879. — Ancora della medicatura antisettica del Lister in rapporto specialmente alla resezioni del ginocchio. - *Bull. delle Scien. Med.* Bologna 1881.

Si pensò allora di sostituire l'acido fenico con altro preparato chimico antisettico, ed io pure seguii questa assillante ricerca del medicamento ideale.

Provai dapprima tutta la serie dei disinfettanti da altri proposti (resorcina, timolo, iodoformio, ecc.) ma poi mi fissai sul sublimato corrosivo, dichiarato da tutti provvidenziale.

Intorno ad esso pubblicai il risultato di cure da me fatte con grande profitto, in una conferenza edita dal Zanichelli, nel 1888 (1).

Entrato infine nel convincimento che la medicatura antisettica dovesse essere sostituita dalla medicatura asettica asciutta, a questa esclusivamente mi attenni, dando ad essa norme speciali di tecnica applicazione. Da oltre 20 anni nella pratica privata e nella scuola ho dimostrato, con molteplici esempi, quanto sia semplice, originale ed utile questo metodo, dopo tanti tentativi, adottato; e l'esempio è stato seguito dai molti miei allievi che hanno frequentato in così lungo periodo la Clinica. Con della garza sterilizzata e del cotone puro sterilizzato all'autoclave, avendo in precedenza sterilizzata la pelle con dell'etere, dell'alcool; e, più di recente, con della tintura di iodio, era dunque dimostrato possibile l'operare senza pericoli.

Ma se ciò era possibile nella pratica civile, lo sarebbe stato altrettanto nei feriti di guerra? Questo è stato il quesito che ci siamo posti, e con noi si sono posti tutti gli altri chirurgi nazionali ed esteri divenuti castrensi. Ma consultando le relazioni estere apparse sui giornali si vede chiaro che, anche là dove, per larga esperienza fatta prima di noi, il metodo asettico era stato largamente tentato, le disillusioni furono parecchie. Da ciò la necessità, sentita da alcuni chirurghi, di fare novellamente ritorno alla medicatura antisettica, richiamando così in uso tutto ciò che era stato in altri momenti trovato insufficiente o nocivo; spesso aggiungendo materiali antisettici camuffati di novità. Però, a quel che pare, senza effetto, cosicchè alcuni spiriti sarcastici non si sono peritati di dichiarare che, negli attuali nostri feriti di guerra, *tanto la medicatura antisettica che quella asettica avevano fatto bancarotta.*

Ora questo non essendo assolutamente vero, io credo opportuno su ciò dare francamente il mio parere, stimolando contemporaneamente i colleghi a fare altrettanto; e ciò per il bene dell'umanità e il prestigio dell'arte nostra.

Dall'esame dei fatti che ci fu dato osservare nello studio dei nostri feriti, dobbiamo anzitutto distinguere due periodi nei quali l'opera nostra fu seguita da diversa fortuna.

Abbiamo dovuto constatare, e questo per generale affermazione, che, mentre nei primi mesi della guerra, cioè nei mesi dell'estate, quando le pioggie non erano costanti, sebbene talvolta torrenziali, la grande maggioranza delle ferite d'arma da fuoco guarirono con una certa rapidità, perché poco infette; col sopraggiungere invece dell'autunno, che fu piovoso e rigido, le ferite tutte cambiarono ad evidenza la loro natura, mostrandosi profondamente infette. Le condizioni dei nostri soldati si aggravarono ancora col sopraggiungere delle gelature in ispecie ai piedi, attribuite al freddo invernale intenso ma che da questo esclusivamente non dipendevano. Ciò posso asserire, avendo osservato il 25 dello

(1) Ruggi — Della medicatura al sublimato nelle laparatomie. Zanichelli 1888.

scorso Agosto, in una mia ispezione fatta all' Ospedale Militare Principale di Rovigo, tre soldati i quali provenivano dalle trincee del Carso, aventi i piedi a metà cancrenati, e, mi dissero, per congelamento. Ora è possibile supporre che questo fosse avvenuto per il semplice effetto del freddo, data la stagione e la località dalla quale questi soggetti provenivano?

La esperienza sui feriti di guerra fatta nei malati di Clinica e su quelli degli Ospedali Territoriali che mi fu ingiunto sorvegliare, è tutta riposta nella qualità, dirò così, dei casi inviati tra noi dagli Ospedali da Campo, casi che, sebbene spesso gravissimi e perciò bisognosi, ora di cure prontamente demolitrici ed ora di cure lunghe, pazienti e difficilissime, non erano per nulla a paragonare, per le condizioni che presentavano, ai feriti che sono trasportati direttamente dalle trincee agli Ospedali da Campo.

Io ho tuttora davanti agli occhi scene lugubri, scene che non dimenticherò mai e che mi occorse vedere a Palmanova nel momento in cui, a tarda ora, una fila di autocarri si affollavano al luogo di accettazione e di smistamento dei feriti provenienti direttamente dalle trincee. La giornata era stata una delle peggiori dello scorso Novembre; costantemente aveva piovigginato; l'atmosfera era fredda e umida; nella strada si guazzava a mezza gamba; i monti circostanti erano cosparsi di neve. Il cannone tuonava incessantemente sul Carso; la notte era scesa buia ed opprimente. Quanta pietà ebbi a provare in quell'ora per i nostri feriti che, assiderati dal freddo, fradici, melmosi fino ai capelli, addolorati, sanguinanti giungevano sfiniti, spesso ammassati nel fondo degli autocarri! Questi veicoli, sebbene guidati colla massima cura da abili *chauffeurs*, pieni di cuore, date le vie rocciose e sconnesse per il grande transito e la pessima stagione, avevano di necessità apportate ai poveri feriti forti scosse, aggravando così le già infelici loro condizioni, in ispecie allorchè le ossa erano spezzate. Ad onta di ciò non un lamento smodato, non una imprecazione. Quanta virtù! Quanto eroismo!

E colla pietà quale entusiasmo provai nel constatare l'azione intelligente ed operosa di tanti negletti e sconosciuti eroi del dovere, di tanti giovani colleghi e allievi miei carissimi, che pieni di abnegazione, in mia presenza ripetevano quanto già da parecchi mesi compievano, sorretti solo dalla soddisfazione di adempiere ad un sacrosanto dovere, ad una missione tanto difficile quanto altrettanto pietosa ed umanitaria.

Per opera loro i feriti che vengono a noi sono di già preparati per il trasporto in modo lodevole; e ben di rado ebbi a muovere critiche o lamentanze per l'operato di coloro che mi precedettero nell'azione, nei provvedimenti provvisorii. Alle aspre critiche, che alcuni hanno emesso a tale riguardo, rispondo che vorrei vedere se questi aristarchi del dovere, messi alla prova, avessero fatto meglio, dato il momento dell'azione, il cumulo delle mansioni e la stanchezza che spesso accompagna l'immane lavoro.

Si è criticato ancora la Sanità Militare, tacciandola di mancata preparazione alla guerra: e questo è in gran parte vero. Ma di chi fu la colpa? Si è voluto trovare anche il capro espiatorio; però io penso che non già da un solo individuo quella sia dipesa, bensì da molti e da molte cose non escluse le circostanze che hanno preceduto ed accompagnato la nostra entrata in campagna. Ad ogni modo però dobbiamo ora confortarci, ripensando che

a tutto è stato di già largamente provvisto, con una rapidità sorprendente ed una larghezza di mezzi eccezionale. Al presente anche per questa parte, come per tante altre, siamo completamente a posto, in ciò che riguarda gli ospedali, le ambulanze ed i rifornimenti di ogni genere di queste e di quelli.

Si è detto ancora che la Sanità Militare non è stata felice nella scelta del personale, in ispecie dei chirurghi. Anche questo è in parte vero. Ma bisogna riflettere che era necessità si servisse, mi si permetta l'espressione, della merce che dava la piazza. Purtroppo, bisogna dirlo francamente, almeno in Italia, sono relativamente pochi coloro che si danno alla chirurgia generale, trovando maggior lucro dalle specialità.

Questa guerra immane, che tante cose c'insegna, porrà ancora in evidenza la necessità che la chirurgia generale sia maggiormente presa in considerazione nelle scuole, cercando inoltre di compenetrare la chirurgia militare con la civile e viceversa.

Solo da un razionale connubio di forze derivanti dall'una e dall'altra, cioè della scienza chirurgica civile colla pratica militare, si potrà sperare in una organizzazione pienamente conforme ai bisogni della nazione, e alle esigenze immani di una guerra moderna.

I concetti che fin da principio ci guidarono a fare uso nei nostri feriti della medicatura asettica asciutta, furono quegli stessi adottati da tempo e diretti a mantenere le ferite, sebbene nella grande maggioranza più o meno infette, nella condizione di non poter accrescere e diffondere le culture microbiche già esistenti.

Questo ottenemmo colla massima semplicità, conservando la ferita per quanto era possibile asciutta e tutelata in modo da non subire stiramenti, scosse o spostamenti eccessivi di parti, specialmente allorchè si trattava di ferita complicata con frattura ossea.

La medicatura sterile asciutta, come è noto, impedisce ai microrganismi tutti, siano questi aerobi od anaerobi, di proliferare, di formare perciò delle culture coi relativi prodotti; colonie di elementi infettivi nuovi, raccolta di prodotti contenenti tossine e via dicendo, che, assorbite, apportano danni sempre maggiori, accompagnati da febbre più o meno intensa. Per ottenere tale difesa bisogna, come è noto, che le ferite siano drenaggiate con razionali mezzi, posti nelle posizioni più declivi. I drenaggi con garza, specie fasciata con guttaperca laminata (come è nostra pratica) (1), con tubi di gomma di varie dimensioni, talora sottili ed applicati a fasci, servono a mantenere asciutte le ferite, dalle quali, per forza di reazione individuale, si staccano le parti cancrenate o necrosate e i tessuti in necrobiosi, sorgendo ovunque le granulazioni aventi origine dagli elementi fissi del connettivo, dai periteli ed endoteli vasali e dai vasi stessi, ecc.

L'immobilità della regione o dell'arto ferito favorisce la formazione di detti mezzi di riparazione dei tessuti, mentre la non perfetta quiete, peggio ancora il movimento incomposto, rompe quelle difese naturali che si vanno lentamente formando e che addimandano

(1) Legnani. — Una nuova foggia di drenaggio consigliato dal Ruggi. *Bull. Scienze mediche di Modena.* 1897-98.

Ruggi. — Il drenaggio dopo la resezione del ginocchio. *Arch. Soc. Ital. di Chir.*, pag. 315, Roma 1911.

Ruggi — Il mio drenaggio nelle laparatomie. *Accad. Scienze di Bologna* 1913.

un tempo più o meno lungo perchè si possano completare e consolidare; è questo a seconda della natura e sede delle ferite. Principalmente nelle fratture esposte, suppuranti, tale immobilità è necessario conservare, cosa assai difficile ad ottenersi, in ispecie per le fratture alla radice della coscia con gravi soluzioni di parti molli.

Sono questi i casi gravi che noi abbiamo avuto principalmente a curare con varia fortuna; e sono questi appunto i casi gravissimi per i quali più spesso fui chiamato come Consulente.

L'incertezza nel trattamento curativo di questi casi è dovuta appunto alle difficoltà che si incontrano per mantenere le parti in posizione adatta alla consolidazione delle ossa e per sovverire alle esigenze ed ai bisogni naturali della vita.

Ad ogni modo mi sono potuto convincere, che solo là dove apparecchi inamovibili gessati ben applicati furono posti, si ebbero delle guarigioni assai lodevoli. Ora questi apparecchi, che non è possibile applicare alla fronte e negli Ospedali di primo sgombro, dovrebbero esser applicati con cura subito dopo; e non si dovrebbe aspettare che gli individui si siano ridotti in condizioni deplorevoli, come mi accadde sovente di vedere quale consulente e, spesso, di dover curare.

La medicatura, applicata con tutte le dovute regole asettiche, non fu da noi rimossa troppo di frequente anche quando dovevamo curare ferite molto settiche, quali ad es. certe fratture da scoppio ed estese asportazioni di parti del corpo. In simili casi le medicature rare volte cambiate, resero agl'infermi delle reali migliorie e delle relativamente rapide guarigioni.

Io trovavo che l'immobilità della regione colpita, dopo aver provveduto ad un conveniente drenaggio dei prodotti che dalla ferita derivavano, favoriva l'andamento delle più complicate di queste; così che la febbre, se esisteva talora ardente, si dileguava, per fare ritorno solo allorchè si iniziavano degli infiltramenti, o delle raccolte, che facendosi strada in interstizii dove i tessuti erano ancora sani e quindi privi di difesa, permettevano alle tossine di far risentire la loro azione sull'intero organismo.

Non nego che anche questo sistema di cura non possa presentare delle difficoltà, perchè bisogna anzitutto razionalmente drenaggiare e con saggia esperienza saper attendere per rimuovere a tempo opportuno tutta la medicatura o l'intero apparecchio. Soggetti nei quali la febbre era molto alta (39°,5), trattati in tal modo, diventavano apiretici subito il giorno dopo e tali si mantenevano nei giorni successivi, oppure diventavano apiretici solo gradatamente nei giorni seguenti, purchè si avesse la costanza di attendere.

Così fu notato talvolta durante l'apiressia che, volendo alla fine togliere tutto l'apparecchio, mentre si trovavano ferite in ottime condizioni, si osservava, alla sera del giorno stesso della medicatura, un movimento febbrile più o meno marcato.

Questo noi spiegavamo coll'apertura di nuove strade fattesi all'assorbimento di sostanze settiche per la rottura avvenuta, durante le manipolazioni, delle granulazioni di difesa e di reintegrazione delle parti.

Quando poi, passato un certo periodo di giorni, essendo il ferito costantemente apiretico, si osservava una elevazione spontanea della febbre o si presentava del dolore o per-

dita sanguigna, allora le indicazioni alla medicatura si rendevano evidenti. Nel caso di elevazione termica era nostra cura rintracciare le ragioni; e queste erano date costantemente dall'infiltramento di pus in parti dalle quali lo scolo non si poteva effettuare con facilità.

Si deve infine saper approffittare della cosidetta *terza intenzione di Billroth*, togliendo totalmente, cioè a tempo opportuno, i drenaggi che impediscono la diretta adesione di granulazioni rese ormai atte ad un salutare attecchimento.

Colle sopra accennate regole abbiamo potuto ottenere che apparecchi inamovibili fossero conservati lungamente in posto, che le medicature rimanessero senza essere totalmente rinnovate otto - dieci - e più giorni, con grande vantaggio dei nostri ammalati e relativo minore affaticamento dei curanti.

Riguardo all'impiego dei lavaggi con soluzioni disinfettanti, che nel periodo di cura delle ferite sono, come ho detto, generalmente da proscrivere, desidero dichiarare ora che non sono affatto contrario all'uso di essi in primissimo tempo, nelle ferite cioè da poco tempo inferte, quale mezzo sopratutto meccanico destinato all'esportazione di terriccio, di sassi, di schegge libere d'osso, di projettili, di brani di vestito e di tutto quel materiale estraneo e pericoloso che imbratta una ferita in guerra. Io stesso ho usato più volte di tali lavaggi, specialmente in certi casi di feriti civili, accolti d'urgenza in Clinica per fratture complicate, per ferite d'arma da fuoco, sopratutto se la parte lesa era stata a contatto col terreno, col materiale da strada ecc. Mi sono servito in tali casi a preferenza di soluzioni di acido fenico, anche in vista della sua ammessa azione elettiva contro l'infezione tetanica.

I feriti di guerra invece sono pervenuti alla mia Clinica generalmente in un periodo troppo lontano dal momento del trauma, periodo nel quale l'utilità e l'opportunità di tali lavaggi era ormai di gran lunga sorpassata.

Altra circostanza nella quale io adopero i lavaggi è data dal trattamento di cavità naturali infette, come la bocca — in certe forme di angina flemmonosa con assudati pseudomembranosi; — la vescica — per processi infiammatori primitivi e secondari di quest'organo — usando soluzioni di permanganato potassico, di ossicianuro di mercurio o di jodidrol. I lavaggi in vescica vengono da me usati quando la fuoriuscita del materiale infiammatorio non si fa che dalla via naturale. Se invece la vescica è stata aperta, o per via ipogastrica o per via perineale, i lavaggi sono aboliti perchè le aperture operatorie bastano ad assicurare, per mezzo di drenaggi di garza o di gomma, una conveniente fognatura.

La *semplicità dell'arte del medicare*, detta *necessaria* dal nostro Nannoni è stata da noi ottenuta in tal modo ed è opportuno, a nostro avviso, così continuarla, specie oggi in cui di medicature semplici ma razionali ed efficaci sentiamo tanto bisogno.

In altra sede parlerò più dettagliatamente dell'argomento e farò vedere ed esaminare i casi che comprovano il mio asserto (1). Per oggi mi limiterò a richiamare la vostra attenzione su questo caso singolare che merita certo tutto il vostro interessamento.

---

(1) Ruggi. — Intorno alla cura delle ferite settiche. (Conferenza tenuta il 28 Aprile 1916 alla Società Medica Chirurgica di Bologna. *Bull. Sc. Med.* 1916.

F.... Antonio di anni 22, soldato del.... fanteria fu ferito il 10 Settembre 1915, da proietto di fucile nella regione toraco-addominale destra. La ferita era a fondo cieco, con foro d'entrata in corrispondenza della 6ª costa, a 6 cm. dalla linea mediana. Il proiettile, fermatosi nelle parti molli della faccia laterale del torace destro, a livello della 9ª costa, fu estratto all'Ospedaletto da campo.

Appena ferito, il soldato ebbe dolore alla regione epatica e scarsa emorragia esterna; non emottisi. Il dolore duró intenso per due giorni, poscia scomparve, non essendo avvertito altro che durante la respirazione profonda. Il decubito preferito era quello laterale sinistro. Durante il trasporto da un Ospedaletto all'altro, nel quarto giorno dalla ferita, i dolori alla regione epatica ricomparvero e durarono, più o meno intensi, per varii giorni. In quest'epoca il ferito avverti un certo grado di tumefazione nell'ipocondrio destro e nella metà destra dell'epigastrio, tumefazione che andó aumentando di volume verso il basso, mentre compariva l'itterizia, che divenne in breve assai intensa. Dalla cartella Clinica dell'Ospedale da campo si rileva che il 26 Nov. v'era presenza di liquido libero nella cavità peritoneale; il 6 Dic. fu constatato pure versamento libero in entrambe le cavità pleuriche. Il 12 Dic. il colore itterico cominciava a diminuire e in quest'epoca fu constatata la presenza di una raccolta saccata voluminosissima nella parte alta e destra dell'addome. Il 21 Dic. fu inviato a un Ospedale di Riserva di Imola, e il 20 Gennaio di quest'anno fu trasferito nella Clinica Chirurgica.

Durante questo lungo periodo di tempo il ferito non ha mai avuto tosse. La temperatura non è mai andata oltre i 38°,3 tranne una sera (26 Nov.), che raggiunse i 39°,2. Per qualche tempo è stato anche diarroico. Dopo il 1° Dic. la temperatura è stata sempre normale.

Esame Obbiettivo. La metà superiore dell'addome e tutta la base del torace sono deformate per la presenza di una grande tumefazione che culmina specialmente in tutto l'ipocondrio destro e nella regione epigastrica. Durante la respirazione l'emitorace destro è immobile. Il fenomeno di Litten è assente a destra; appena accennato a sinistra. In avanti, sul margine superiore della 6ª costa destra, a circa 6 cm. dalla linea mediana, esiste la cicatrice del foro d'ingresso; un cm. all'indietro dalla linea ascellare posteriore, a livello della 9ª costa, si osserva la cicatrice residua all'incisione per l'estrazione del proiettile.

L'addome non subisce movimenti molto evidenti durante la respirazione e nemmeno col cambiare dalla posizione orizzontale a quella eretta.

Colla percussione si delinea una zona di ottusità assoluta, che, in alto, segue una linea pressoché orizzontale, che s'inizia a livello dell'inserzione sternale della 4ª costa destra, segue il decorso di questa fino all'emiclaveare, e si continua sulla faccia laterale e posteriore dell'emitorace destro, per arrivare alla colonna vertebrale a livello dell'apofisi della 7ª vertebra dorsale. A sinistra la zona di ottusità invade l'area di Traube fino all'emiclaveare, a livello del 5° spazio. Di qui discende quasi verticalmente fino al margine costale, per portarsi verso il basso e verso la linea mediana, a livello della cicatrice ombellicale. Da questo punto il limite dell'ottusità segue un decorso quasi orizzontale, fino al prolungamento dell'ascellare media, poscia, risalendo in alto, incontra il margine costale a livello della 12ª costa (Fig. 1).

Questa vasta zona di ottusità assoluta è circondata da una zona di ottusità relativa per tutto il tratto che va dal margine costale sinistro a quello di destra. Il resto dell'addome dà suono timpanitico chiaro. Non si riesce a mettere in evidenza liquido libero endoperitoneale. La proiezione delle aree gastrica e splenica non è possibile.

Su tutta la zona di ottusità si avverte una sensazione di fremito, più spiccata nella regione epigastrica dove la bozza è più rilevata. Alla palpazione, l'addome non è dolente nè dentro, nè fuori della zona di ottusità, e i limiti di questa rimangono pressochè eguali a quelli segnati colla percussione; gli spazii intercostali di destra, corrispondenti alla zona ottusa, sono più larghi degli omologhi di sinistra. La circonferenza del ventre, presa sul punto più prominente della tumefazione, si è mantenuta di 87 cm. durante tutto il tempo che il ferito rimase in osservazione.

L'esame del torace dà iperfonesi leggera a destra al disotto della clavicola, marcato smorzamento di suono in basso; il margine inferiore del polmone destro non si sposta. A sinistra il

suono è pressochè normale, eccetto che presso la base dove diventa ottuso dalla 9ª costa in giù. La punta del cuore batte al disopra e un poco all'interno della papilla mammaria sinistra, nel 3° spazio intercostale. L'ottusità cardiaca si confonde in basso colla zona di ottusità assoluta, descritta precedentemente. Sulla linea mediana essa arriva alla marginale destra dello sterno; a sinistra, sull'emiclaveare, a livello della terza costa. Il fascio vascolare è normale.

All'ascoltazione dei polmoni vi è diminuzione di respiro a destra, tanto anteriormente che posteriormente; a sinistra il respiro è pressochè normale, salvo alla base, dov'è leggermente diminuito.

Respiro corto, superficiale, di 20 - 22 atti al minuto; polso di 88 battute, regolare, ritmico. Non edemi alle estremità; non reti venose sottocutanee. Normali i ganglii inguinali, ascellari, cervicali. Congiuntive subitteriche.

Esame Radiologico. Alla radioscopia fatta in posizione orizzontale si osserva come la metà destra del diaframma sia sollevata in alto fino alla 3ª costa sull'emiclaveare; durante i movimenti respiratorii questa parte del diaframma compie brevi escursioni per un tratto da $^1/_2$ - 2 cm. La metà sinistra del diaframma arriva all'altezza della 4ª costa, e le sue escursioni sono molto più ampie di quelle della metà destra. Il cuore si trova spostato in alto e si mostra come adagiato sul diaframma; il fascio vascolare appare normale. Nella posizione eretta, la metà destra del diaframma, durante la respirazione, anche profonda, rimane immobile. La base del torace di destra è occupata da una zona oscura che si continua nell'addome fino a livello dell'ombellico. La Fig. 2 mostra chiaramente le alterazioni descritte.

La radiografia dopo l'ingestione della pappa di bismuto mostra come lo stomaco sia tutto spostato a sinistra, schiacciato contro la parete addominale, in modo da dare un'ombra stretta allungata che arriva, col suo estremo inferiore, quasi a livello della spina iliaca anterior superiore sinistra (Fig. 3). Si vede inoltre aderente al limite inferiore della grande ombra, data dalla zona ottusa, l'immagine del colon trasverso e dell'angolo epatico del colon; da ciò risulta evidente il grande spostamento verso il basso di questa porzione di intestino.

Esame del sangue. *Emoglobina;* da 60-70; *G. R.* 4.092.000; *G. B.* 7.420; *V. GL.* 0,75; $\frac{B}{R}\ \frac{1}{552}$ *Formola leucocitaria;* polinucleatl neutroflli 87 %; eosinofili 1 %; mastzellen 0 %; mononucleari 12 %.

Esame delle urine. *Reazione acida;* p. s. 1016; *assenza* di albumina, sangue, zucchero, e pigmenti biliari.

Nella trattazione clinica del caso, dimostrato come si dovesse fare la diagnosi differenziale coi varii processi morbosi che si possono svolgere in questa regione, e, preso in considerazione il momento eziologico della lesione presentata dal nostro paziente, conclusi il mio ragionamento dimostrando come nel caso speciale si dovesse trattare di una raccolta ematico-biliare subdiaframmatica per ferita del fegato, in quella porzione di esso compresa tra i foglietti del legamento coronario.

Infatti, che si trattasse di una raccolta liquida o di sangue o di bile, oppure di tutte e due, non esisteva dubbio e per la regione colpita e per l'itterizia osservata. Ma dove si sarebbe potuto versare e contemporaneamente raccogliere, questo liquido, in modo da dare una cosi grande e tutta speciale tumefazione del ventre?

Io ricordava altre ferite di questa regione e fra esse una del fegato, osservata non molto tempo fa, per la quale si ebbe una raccolta ematico-biliare, ma in basso, nella fossa iliaca destra.

Perchè il fatto che io stavo analizzando avesse spiegazione, bisognava trovare una sacca naturale o patologica che ci permettesse di rendere possibile nel soggetto la raccolta che dava a noi il senso più caratteristico della fluttuazione dovuta ad un materiale sottile, quale si ha ordinariamente in una cisti sierosa od in una peritonite circoscritta. Quest'ultima non si poteva ammettere; perchè come immaginare un processo flogistico che, mentre crea dighe di circoscri-

zione così nette, ha nello stesso tempo tanta forza da respingere così energicamente in alto il diaframma? Questa pressione aveva per me un grande significato. Ricordavo casi del genere, nei quali il diaframma era sospinto da processi flogistici suppurativi circoscritti alla cupola del fegato: allora però il fegato era spinto in basso ed i suoi margini erano bene avvertibili e più o meno modificati, a seconda dei casi. Ma nel caso presente dove si trovava il fegato?

Lo stomaco, che la radiografia dimostrava collocato e schiacciato contro la parete laterale sinistra dell'addome, ci diceva che il fegato era là a spingerlo. Dunque il fegato era spostasto. Da qual meccanismo potevamo noi, perciò, far dipendere uno stato di cose quale il nostro caso presentava, se non da una voluminosa raccolta sotto diaframmatica?

Nel punto in cui il fegato sta in rapporto col diaframma esiste il legamento coronario, che circoscrive una cavità virtuale extraperitoneale. Il proiettile da fucile, passando in queste vicinanze — e qui giova ricordare la presenza delle vene sopraepatiche e della vena cava ascendente — doveva aver determinato, a mio avviso, lesioni vasali e del viscere gravi, onde versamento ematico e contemporaneo versamento biliare.

La raccolta dunque, formatasi gradatamente tra la superficie convessa del fegato e quella concava del diaframma, doveva aver scollato il peritoneo, determinando lo spostamento in basso del fegato stesso e quindi del colon, lo spostamento in alto del diaframma, quello del cuore a sinistra ed in alto, e dello stomaco in basso ed a sinistra.

L'emorragia e la colerragia, nonchè lo spostamento del fegato danno spiegazione dell'itterizia che il paziente presentò intensa nelle prime settimane dopo il ferimento; e la compressione sulla vena porta, determinata dalla raccolta subfrenica, può dar spiegazione della presenza di liquido endoperitoneale e della diarrea che il ferito ebbe durante il soggiorno nell'Ospedaletto. In questo periodo di tempo, e per qualche giorno ancora, vi è stata febbre, ma con decorso e grado così leggero da far escludere che la raccolta fosse diventata purulenta. Cessata la febbre, e ristabilitosi un certo equilibrio fra quelle parti spostate, scomparvero l'idrope, la diarrea e scemò l'itterizia.

Posta così la diagnosi, e prima di accingermi all'atto operatorio, feci ancora alcune considerazioni intorno alla via che, in questo caso, si doveva seguire per svuotare la raccolta; e dimostrai come la più razionale fosse la via toracica, come quella che poteva permettere, non solo un'esplorazione diretta più agevole, un drenaggio più comodo del cavo, ma anche la sola che consentisse agli organi tutti, e in ispecie al fegato, di ritornare nella loro posizione primitiva in virtù dello svuotamento della raccolta e della pressione esercitata dalle anse intestinali sulle pareti di essa.

Con tali criterii, il 31 Gennaio 1916 mi accinsi all'

Operazione. Anestesia morfio-cloroformica. Paziente in decubito laterale sinistro, con un piccolo cuscino cilindrico sotto al fianco per far sporgere bene il campo operatorio Incise le parti molli lungo il decorso dell'8ª costola con un taglio di circa 12 cent., il cui mezzo interessava la cicatrice residuata all'estrazione del proiettile, misi allo scoperto l'8ª costa. In questa trovai un callo osseo, consecutivo alla perforazione determinata dal proiettile.

Resecata sottoperiostalmente detta costa, per un tratto di circa 8 cent., incisi il periostio costale posteriore per tutto il tratto scoperto. Con questo taglio arrivai a ridosso della pleura parietale, e precisamente in corrispondenza dello spazio complementare di questa. Allora, con attenta manovra, scollai verso l'alto detto spazio complementare, in modo da mettere a nudo la faccia superiore del muscolo diaframmatico, e da non ledere nelle manovre successive il cavo pleurico.

Fatto questo, e protetta in alto la ripiegatura pleurica scollata, incisi francamente il diaframma secondo la direzione dell'incisione cutanea. Fuoriuscì allora un liquido color verdognolo, senza odore, misto a grossi ammassi gelatinosi di color leggermente più scuro, e nella quantità di circa 5 litri e mezzo. Deterse le pareti di questo enorme cavo con grossi stuelli di garza sterile asciutta, potei riconoscere e mostrare ai miei allievi la parte convessa del fegato distaccata completamente e largamente dalla volta del diaframma, e spinta verso il basso e verso sinistra.

Diedi fine all'operazione, drenando ampiamente la cavità con grosse e lunghe striscie di garza sterile ed asciutta.

L'esame chimico del liquido diede i seguenti risultati: *reazione*, alcalina: *P. S.* 1040; *albumina:* reazione positiva; *reazione di Gmelin,* di *Petenkoffer* positive.

L'esame microscopico dimostrò numerosi globuli bianchi nei varii stadii di degenerazione; assenza di globuli rossi e di cristalli di ematoidina.

Le prove culturali rimasero sterili.

L'atto operatorio confermò in modo completo la diagnosi. Nel decorso successivo non si ebbe a notare alcuna complicazione. Le medicature furono fatte raramente e la prima, superficiale, sei giorni dopo l'intervento. I drenaggi vennero ritirati gradatamente, mano mano che la cavità si andava riducendo, e l'ultimo venne tolto in modo definitivo dopo 30 giorni circa. Dopo 40 giorni la ferita era profondamente cicatrizzata, persistendo soltanto un piccolissimo seno fistoloso superficiale che finì per chiudersi.

Lo studio radiologico del malato completamente guarito, è assai importante perchè dimostra come tutti i visceri, sia del torace che del cavo addominale, siano ritornati nella loro posizione e situazione normale La radiografia (Fig. 4) dimostra la verità del mio asserto. Vi si vede infatti la cupola diaframmatica ritornata alla sua altezza normale, l'ombra del fegato, e quella dello stomaco riempito di latte bismutico, nella situazione e limiti fisiologici. La circonferenza dell'addome, presa nel punto identico delle prime misure, dà 75 cm. ad onta che il malato sia ora molto nutrito, rispetto allo stato distrofico in cui si trovava prima dell'operazione (Fig. 5).

Ora egli è avanti a voi, e potete così convincervi delle condizioni veramente ottime dell'attuale suo stato di salute.

Fig. 2.

Fig. 1.

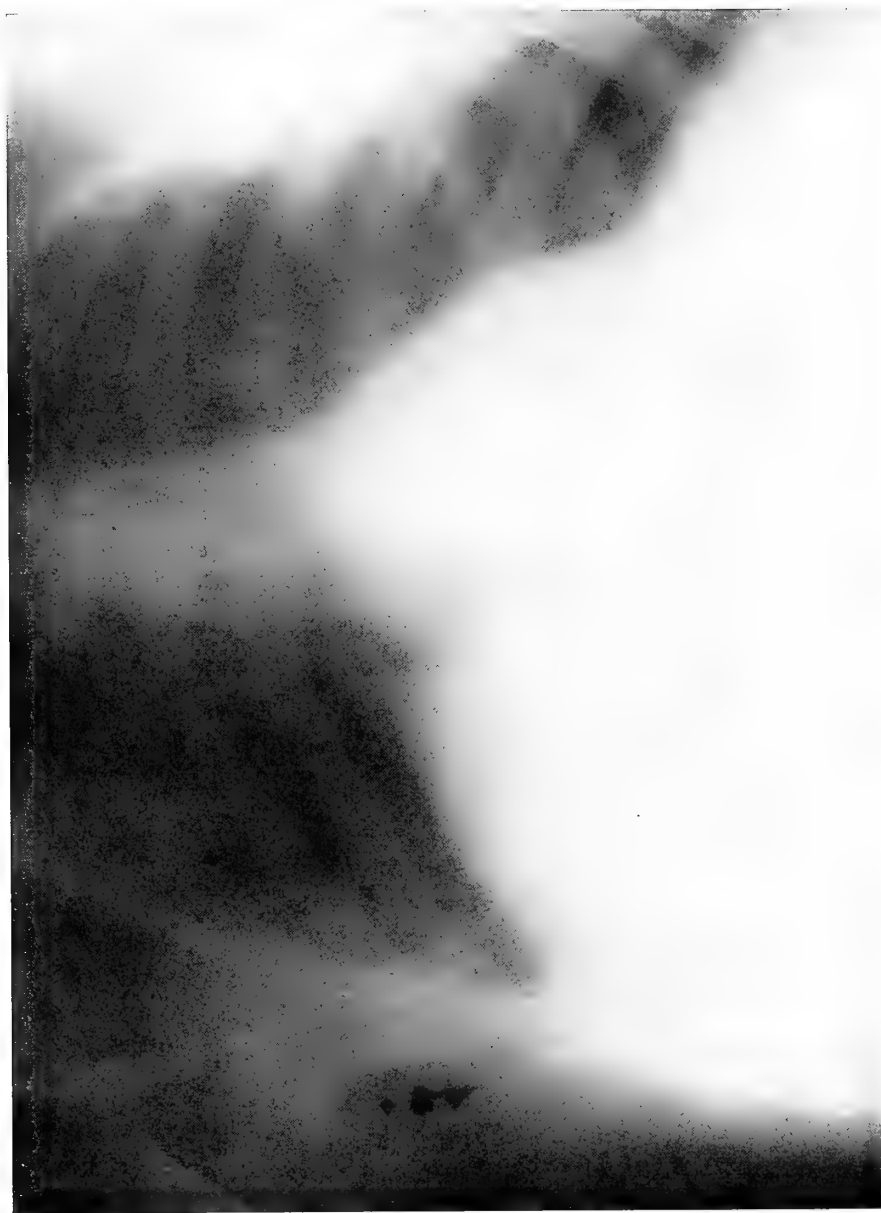



Fig. 5.

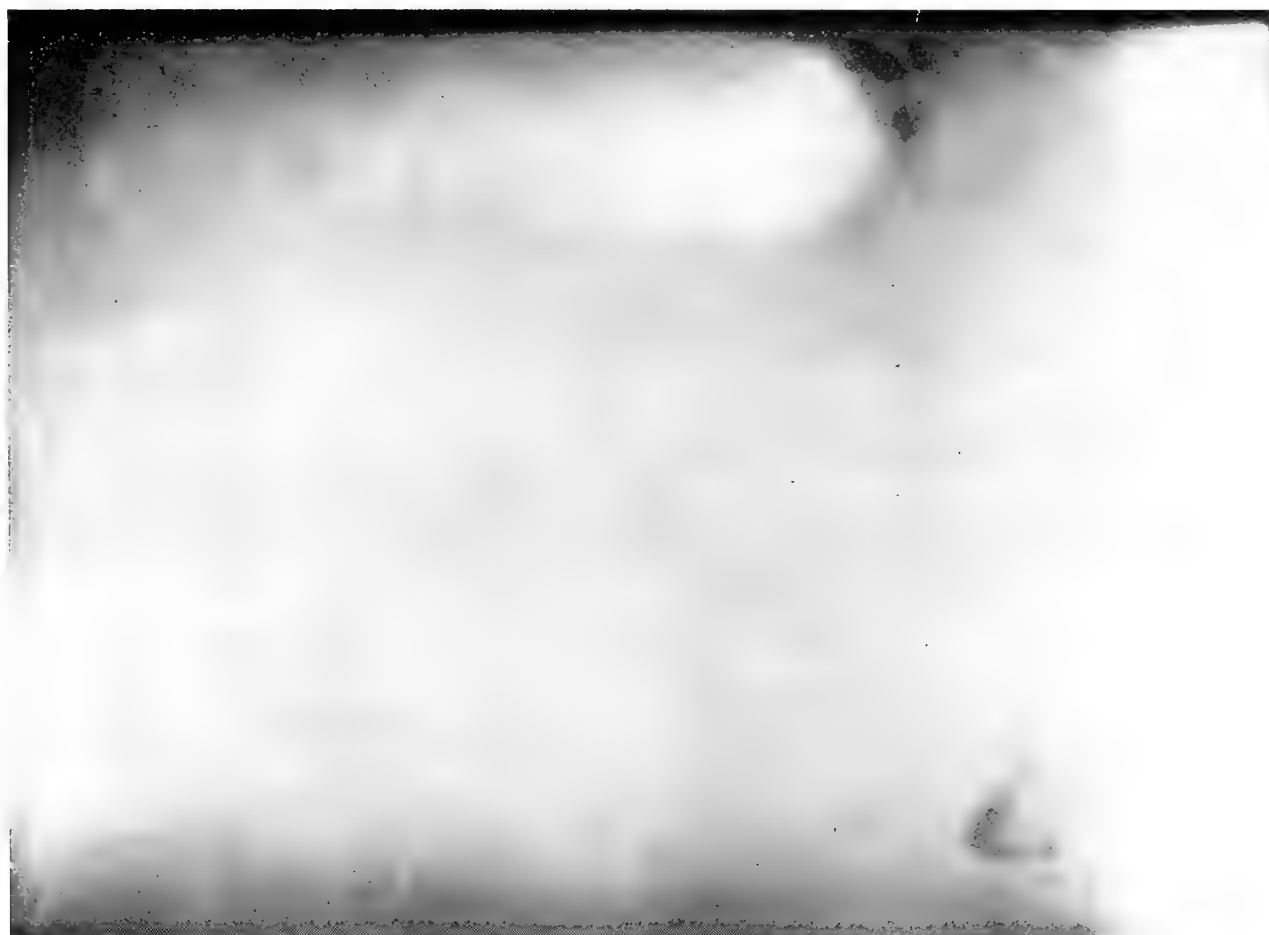



Fig. 3.

Fig. 4.

LA BOTANICA NEL CODICE ATLANTICO DI LEONARDO DA VINCI

MEMORIA

DEL

Prof. ANTONIO BALDACCI

letta nella Sessione del 9 Aprile 1916

Il Codice Atlantico, conservato nella Biblioteca Ambrosiana di Milano e pubblicato dalla R. Accademia dei Lincei (1), è la più grossa raccolta di manoscritti di Leonardo da Vinci che ci sia pervenuta. Nessun ordine, sia in rapporto alle date, sia alle materie, si trova in questo volume nel quale l' arbitrio per la disposizione delle carte mostra soltanto come l' ordinatore, Pompeo Leoni (2), non si preoccupasse che di mettere insieme fogli sopra fogli per avere dei disegni Leonardeschi in quella maggior copia che gli fosse stato possibile.

Questi documenti di Leonardo sembrano andare compresi fra il 1483 e il 1518. Nella preziosissima raccolta, il genio veramente grande ed immortale di Leonardo si manifesta, come sempre, per ogni arte e per ogni scienza: nell' arte militare, nella fisica, nell' astronomia, nella geometria, nei lavori industriali, nell' idraulica, nell' architettura, nella geografia, nella botanica, nell' agricoltura, nella chimica, nell' anatomia umana e in quella comparata, nella scultura, nella pittura e via dicendo, ossia per ogni ramo del sapere umano.

Sono frequenti eziandio nel Codice Atlantico numerose sentenze, citazioni e riferimenti da cui si rivela il culto che Leonardo professò per il metodo sperimentale. Egli accenna sovente alla concatenazione dei fenomeni naturali per i quali ogni fenomeno da noi considerato isolatamente non è che effetto di fenomeni naturali o biologici e fisici antecedenti e causa di fenomeni susseguenti (3). Uno dei fenomeni naturali più importanti osservati e descritti in questo Codice è certamente quello della capillarità anche in rapporto alle piante.

---

(1) Il Codice Atlantico di Leonardo da Vinci nella Biblioteca Ambrosiana di Milano riprodotto e pubblicato dalla R. Accademia dei Lincei sotto gli auspici e col sussidio del Re e del Governo. Milano, U. Hoepli, MDCCCLXXXXI — MCMIV.

(2) Cfr. la prefazione al C. A. del Prof. F. Brioschi, molto dettagliata per la storia di quest' opera di Leonardo.

(3) F. Bottazzi: Leonardo da Vinci naturalista, in « Rivista d' Italia », Roma, dicembre (fasc. XII) 1907.

I passi che si riferiscono alla botanica pura non sono molti nell'Atlantico. Intorno ad uno solo di essi (f. 72 v.) si potrebbe scrivere un volume, dando luogo a ricerche e considerazioni varie e complesse.

Ma, in generale, questo Codice è ben lungi dal contenere osservazioni botaniche scientifiche in numero rilevante, come, p. es., si trovano nel ms. G dell' Istituto di Francia (1), il quale offre grandissimo interesse non solo per la fisiologia e morfologia vegetale, ma per la stessa biologia, e costituisce quasi un vero trattato, considerato in rapporto al tempo in cui venne scritto, di scienza profonda. L'Atlantico, all' infuori del fenomeno della capillarità, del modo fisiotipico di fissare impronte di organi vegetali, dell' azione tossica dei preparati arsenicali e mercuriali sulle piante, di taluni incompleti accenni sulla fillotassi, ha piuttosto riferimenti alla botanica pratica e poi moltissime notizie di preparazioni di piante in servigio della pittura, della chimica e dell' economia domestica (2) e una serie di favole con protagonisti vegetali.

Diversamente da quanto si vede in taluni Codici dell' Istituto di Francia, nel Codice Atlantico sono rare quelle magnifiche figure di piante che il sommo prediligeva di disegnare anche là dove nulla interessavano il testo e anzi appaiono, sovente, soltanto come un abbellimento del foglio medesimo o una fantasia dell'Autore; qui, nell'Atlantico, si trovano frequenti schizzi riguardanti l' uomo, mentre gli animali e la maggior parte dei disegni che hanno rapporto col regno vegetale sono in generale trascurati e di poca importanza.

Le favole Leonardesche dell'Atlantico offrono materia per caratterizzare la psicologia del sommo fiorentino. Il grande interesse di queste favole mostra come Leonardo sia filosofo e moralista: « sa philosophie n' est que la conception de l' univers qui résulte pour lui de la connaissance réfléchie de la réalité, sa morale n' est que l' idée de la vie humaine qu' il dégage de l' expérience, qu' il doit à la vie même » (3). Ho qui riunito le favole dell'Atlantico perchè se ne possa meglio gustare l' originalità e ammirare la forza, sì da ritrarre pure in tutta la sua grandezza l' intima e semplice natura di Leonardo che si manifesta eziandio nemico di ogni convenzionalismo della vita per emergere soltanto con la naturalezza, e ciò contrariamente all' indole dei suoi tempi, i quali traevano maggior risorsa dalla forma esteriore che dalla sostanza. Anche in ciò, e principalmente per ciò, Leonardo fu un rivoluzionario e precursore. Se pure non fosse altro, Egli dovrebbe sempre essere riconosciuto come un filosofo e pensatore e la serenità grave e mistica della filosofia Leonardesca appare sublime anche qui, eziandio, come nelle favole e nelle facezie, nelle cose che sembrano le più insigni-

(1) A. Baldacci: La Botanica di Leonardo da Vinci desunta dai manoscritti della Biblioteca dell' Istituto di Francia, in « Memorie della R. Accademia delle Scienze dell' Istituto di Bologna », Serie VII, T. II (1915).

(2) G. B. De Toni: Frammenti Vinciani. VI. Di alcuni appunti e disegni botanici nelle carte Leonardesche, in « Atti della Società dei Naturalisti e Matematici di Modena », Serie IV, vol. XIV (1912).

(3) G. Séailles: Léonard de Vinci, Paris, 1912, pag. 330.

ficanti. Ma in queste sue favole, sopratutto, non v' è chi non vegga com' Egli si sforzi di punire quanto esce dal retto sentiero della vita e specialmente la vanità e l' ambizione acciecate dall' ignoranza e dall' orgoglio; così innalza il vero e la modestia. Un uomo che tutto controlla e sperimenta quasi con l' analisi scientifica del nostro secolo ed è il rappresentante più puro, più geniale del vero ed è dotato di un' indole squisita di amore, non può non detestare il vizio in tutte le sue manifestazioni: quindi, mentre Leonardo abbatte la superbia, difende il merito, esalta l' umiltà, flagella l' ingratitudine.

Il mirabile esempio del cedro « monarchico » che non comprende la meravigliosa funzione del suo sottile e delicato asse principale, da cui dipende lo sviluppo di una delle specie di alberi più belli del mondo, o non riflette, trascurando il più elementare discernimento, all' impossibilità assoluta, in rapporto all' asse principale, di poter portare e reggere un grande frutto, dispensa da qualsiasi considerazione: ciò è il risultato della vanità guidata dall' ignoranza. La favola del salice che soffocato dalla vite, ricorre alla zucca dalla quale riceve in servigio maggiore danno, vuol dimostrare che cosa sia l' ingratitudine.

Interessantissima appare da queste favole la semplicità che avvicinava Leonardo alla natura, liberandolo dal vincolo dell' oscurantismo del suo tempo e dalle false concezioni medioevali. La scolastica, la meticolosità dell' erudizione, la pesantezza del sapere del Cinquecento usurpavano il nome di scienza da quello che non era altro che mania di coltura e di curiosità, creando confusione, allontanando le menti umane dal semplice concetto del vero e falsando le idee. Leonardo, spirito autodidatta, per la sola ragione che non ebbe e non poteva avere maestri, potè più facilmente essere libero e, quindi, con l' intelligenza di cui disponeva, raggiunse quell' originalità alla quale nessun altro avrebbe potuto arrivare con le catene didascaliche che l' avvincevano. « Se sarai solo, sarai tutto tuo », e seppe restare solo, e fu Leonardo. Le sue parole dicono anche questo; almeno così a me pare.

La maggior parte delle favole del Codice Atlantico che ho raccolto puniscono, dunque, la superbia e l' alterigia ignorante e a ciò tende ogni sforzo di Leonardo, ossia di un uomo che mentre colpisce a fondo, rimane sempre mite e dolce senza mostrare giammai odio e ribellione alcuna a denotare animo acceso od impulsivo anche nei momenti più gravi della sua vita. Egli non conosce stimolo ai suoi nervi che lo pongano fuori della calma abituale di un profondo pensatore, di un vero e grande genio, il quale non può uscire dal sereno campo dell' ideale, dinanzi agli orizzonti sconfinati della maestà della natura, dove non hanno più regno le basse passioni umane.

La gentilezza d' animo che in Leonardo è abituale senza alcuna fatica e che tutto lo domina nel pensiero e nell' azione (sì da esserne invaso in ogni tempo e in ogni momento come da una forza sopranaturale) tende a ridurre nelle favole i soggetti animali che gli altri prediligono e preferisce far discorrere le piante, dando a loro, a seconda dei caratteri dell' abito o dei frutti o del fogliame e via dicendo, quella

fisionomia particolare che si può avere anche nei vegetali, come effetto di contrasto simpatico o di antipatia, di virtù o di vizio, per favoleggiare. Ma sempre, e sopratutto, in queste favole si cercherebbe indarno ciò che non sia semplicità, non umiltà anche nel senso migliore della parola, giacchè mai Leonardo esalta aspirazioni e ambizioni, ma nello stesso tempo si mantiene fermo di carattere e mai viene meno a quella sicurezza e dirittura che sono in Lui il fondamento della vita.

Le profezie sono parimenti interessanti. Sotto la forma del vaticinio si nasconde una delle molte maniere adoperate dal Vinci per penetrare il segreto della esistenza mondiale, sviluppando il concetto dei rapporti che esistono tra l' uomo e il creato. Non si riferiscono all' avvenire, ma parlano di fatti e di cose presenti e contengono profondi giudizi della vita. Sono spesso, queste profezie dell'Atlantico, come quelle degli altri Codici, le cose più semplici e talvolta le più umili che suscitano nello spirito dello scrittore la visione onde è innalzato nella logica comune degli altri uomini (1).

Il Codice Atlantico, però, il quale è senza dubbio interessante sia per le annotazioni di botanica pura, quanto per le favole e profezie con speciali riferimenti di piante di cui si adorna, si occupa particolarmente delle piante e delle loro parti a scopo decorativo o per ricavarne qualche speciale utilità e colori e odori, ma sopratutto colori cui Leonardo rivolse ogni sua cura più attiva. Quindi non offre, per noi, che un' importanza generica e relativa in confronto agli altri che contengono le numerose norme scientifiche colle quali venne più tardi dal suo allievo ed amico formato il Trattato della Pittura.

RIFERIMENTI SCIENTIFICI (*)

f. 12 r.

*Facciẽdo ũ bucho chonvn succhio invnal bssciello e cchacciandovi arsenicho erisal ghallo sollimati esstenpati chonacq*ª *arzẽte afforza difare e sua frutti velenosi o di farlo secchare ma vuole il detto foro ess grãde e andare p infino al midollo e vuole esse me in detto foro choruno isschizzatoio ettararchonforte legnjo piossi far quessto medesimo qando 'glialbusscielli sono jn succhio*

Sembra che Leonardo parli di iniezioni profonde fino al midollo (evidentemente per interessare il floema e lo xilema) di liquidi velenosi in arbusti per dire degli effetti che si ottengono sui frutti e sulle piante stesse quando le iniezioni vengano fatte al tempo della circolazione della linfa (o quando maturano i frutti). È un' esperienza certamente rozza che merita conferma, sia in quanto all' azione di rendere i frutti velenosi, sia per quella di seccare le piante, potendosi avere quest' ultimo

(1) A. Conti: Le profezie di Leonardo da Vinci, in « Il Marzocco », Firenze, 8 marzo 1896.

(*) Per la mancanza in tipografia di caratteri corrispondenti alle notissime abbreviazioni o contrazioni medioevali usate anche da Leonardo, e per le difficoltà che il momento attuale crea alle industrie, il lettore vorrà scusare se notiamo queste abbreviazioni o contrazioni sostituendole con caratteri aldini più grandi e più marcati di quelli del testo rimanente.

effetto in forza dell' operazione meccanica che « vuole il detto foro esse grãde e andare p infino al midollo » e taglia i tessuti generativi. Ad ogni modo, appare verosimile che Leonardo abbia fatto questa esperienza, sebbene manchi accanto alla scritta la figura di uno strumento da iniezione.

f. 50 v.

Settu. torraj un. legnjo **v***de tondo. ed***d***ritto eognj. volta. chettu. aj. tratto. voltalo da loposita schiena. questto legnjo nõterra. maj. torto*

È una verità che, al solito, Leonardo prova sperimentalmente. Per evitare che un legno (un pezzo di ramo) verde, cilindrico e diritto possa piegarsi (s' intende quando sarà situato orizzontalmente sul terreno) bisogna rivoltarlo dall' opposto lato (a quello che potrebbe più facilmente risentire dell' azione dell' umidità ?) perchè non s' incurvi.

f. 72 v.

Questa charta sidebbe tignjere **d** *fumo* **d***cãdela tẽperato cõ colla dolce e poi in***b***attare sottil mẽte lafoglia* **d** *biacha aolio come sifa alle lettere ĩ njstãpa e poi stanpire nel modo co mune e chosi tal foglia pãra aõ***b***ata ne cavi eallumj nata nelli rilieuj il che interuene quj ilcõtrario —*

[*SALVIA*
Caput CCCCXXXIII :

Nascitur in locis asperis : Huius decoctum cũ folijs. ramulis vrinã prouocat potum, Menstrua et infantes euellit : Crines demorat —]

Mi pare che la dicitura [« *SALVIA* » in alto e poi quella compresa fra « Caput etc. fino a « Crines demorat — »] sia di mano non Leonardesca; ad ogni modo, anche se fosse di Leonardo, dovrebbe indubbiamente ritenersi un' aggiunta posteriore, e unica nel suo genere perchè mai, Egli, ha accennato all' indicazione così precisa e seicentista o settecentista della stazione di una pianta e quella relativa alle proprietà terapeutiche della stessa.

Il Béguinot mi scriveva in litt. : « Anche a me questo passo fa l' impressione di un' interpolazione posteriore così chiusa tra parentisi quadre, ma a chi risalga la dicitura non mi fu dato di risolvere non ostante abbia scorso opere parecchie dell' epoca del nostro risorgimento botanico ».

Io ho già espresso il mio parere intorno a questo passo (A. Baldacci: Leonardo da Vinci botanico e fondatore del metodo sperimentale, pag. 11). Resta il parere del De Toni, il quale così si esprime in litt. : « Come ho avvertito nei miei *Frammenti Vinciani* II, in Atti Ist. Ven. Sc. Lett. ed Arti, 1896-97 pag. 466, l' erbolaro di Giuliano da Marliano deve essere stato un Codice con piante dipinte, come non sono rari in quell' epoca...., perciò insisto sulla opinione che il « bello erbolaro » ricordato da Leonardo sia un Codice miniato. Cfr. pure De Toni : Intorno un Erbario figurato del secolo XVI in Atti della Soc. Nat. e Mat. di Modena, 1912, pag. 72-73. Resta il fatto che a Leonardo dovette piacere questo cimelio (« maestro Giuliano da Marliano

a *ũ bello erbolaro* », G. K. M. III, f. 55 a), mentre, forse non ebbe alcun debole per l' autore o il proprietario (« Aduque lasciētia Marliana e falsa », Cod. Atl. f. 204 r.).

f. 76 r.

Lalbo (s) in qualche parte schortichato. lanatura che aesso. provede volta aessa. isschortichatione molto magior soma **d** *notritivo. omore chei nalchuno. altro. locho imodo. cheplo primo detto manchamēto. licresscie. molto. piv. grossa. la sscor za. cheinalchunaltro. locho. (ecresscie) edetanto movēte essomore chegiunto alsochorso locho (torna parte) sile va parte inalto avso* **d** *balzo* **d** *palla chon* **d***versi polulamēti overgiermugljamēti nonaltre mēti chuna bollēte acq^a^* —

Allude alle rimarginazioni di lesioni di qualsiasi genere prodotte nella scorza di alberi per afflusso copioso di linfa, secondo il concetto di Leonardo, che si porta verso la ferita. Dice che nel luogo dove è stata praticata la ferita, la scorza cresce più grossa e la rapidità colla quale il liquido ivi affluisce è paragonato a quella di una palla che balza. Così mi sembra che si possa interpretare questo passo alquanto strano, come è esposto, il quale risponde alla verità in quanto che la linfa, per il taglio dei tessuti vascolari ai margini della ferita, affluisce pronta e abbondante sulle labbra della medesima dove, non di rado, si notano i « polulamēti overgiermugljamēti nonaltre mēti chuna bollēte acq^a^ ».

Idem

llegnjo increnato 2 volte lano dapicholo insino agrāde segato. poj. fa asse avso **d** **d***asspro e questo volessere legnjame giētile eduro eingrenato spesso* **d** *crenne*

Una figura.

Interpretazione difficile, che si riferisce alla preparazione e stagionatura di legname per tavole. Questo passo si potrebbe meglio spiegare se si riuscisse a capire il significato della parola « increnato ». Vuol dire il legno spaccato, tagliato, fesso...., tanto allo stato giovane quanto allo stato maturo.

Idem

Moltj legnj piātatj imodo sitochino el sechondo āno apresichesono levare la bucia che in fra luno. ellaltro esapichano insieme. e chō questo modo faraj imvri deliorti chōtinvj eāchora faraj ĩ 4 ānj asse lar gissime —

Una figura.

Il principio è esatto, ma non di facile attuazione. Si tratta, evidentemente, di una di quelle bizzarrie che rispondono ad un concetto pratico e di cui spesso fa uso Leonardo. Il passo significa : quando si piantano vicini dei rami legnosi e si toccano colla buccia che si decortica e consuma si forma una fusione fra i fusti, tale da poter essere utilizzata per steccati e chiudende: i detti fusti così « fasciati » possono anche essere segati per lungo per farne assi.

Idem

molte grane ove semēze **d** *buso semjnate chessi tochino e poi richo***p***te chorūuaso piē* **d***busi ellasscia to vi dētro cressciere esse nate semēze sapicherāno insieme effara 1º bello mazero esse tornj* **d***verse semēze para esso mazero uno* **d***asspro*

[*significationi Notta*].

Una figura.

Forse « [significationi Notta] » tra le due parentesi quadre non è di mano di Leonardo.

Vuol dire: facendo germogliare dei semi fitti di una pianta (si riferisce probabilmente a piante di orto o di giardino, come Cucurbitacee, Solanacee, Violacee, ecc.), ricoprendo le novelle piante appena nate con un vaso forato, le piante stesse usciranno alla luce per quel foro restando riunite in fascetto. Questa osservazione vale tanto per la pittura, quanto per la scienza; nel primo caso si tratta di dipingere una curiosità, nel secondo caso è una dimostrazione dell' eliotropismo delle piante, funzione che a Leonardo è ben nota come si è visto in taluni passi dei Codici della Biblioteca dell' Istituto di Francia (Ms. G. f. 27 v. e f. 32 v.).

f. 79 r.

*lial***b***i* **p***chossi dalchorso devēti sipieghino in***v***so illocho dove tal vēto simove eppassato che e ilvēto sipieghino incontrario moto cioe (ilm) nel moto refresso*

Allude al muoversi degli alberi sotto l' urto dei venti: essi, dice Leonardo, si piegano verso il lato opposto al vento e quando questo cessa tornano alla posizione di prima. È un' osservazione più in servizio della pittura che di valore scientifico, ma sempre molto giusta e interessante.

f. 91 v. (angolo inferiore sinistro).

Una figura di interpretazione difficile che potrebbe anche a prima vista prendersi per una sezione di un fiore. Ma su ciò non è il caso di insistere perchè non sarebbe possibile ammettere che Leonardo conoscesse il mezzo schematico rappresentativo dei fiori per diagrammi.

f. 98 r.

Due piccole figure schematiche di alberi la cui identificazione riesce impossibile. Capovolta, la scritta « Altissimi alberi » che non sembra di mano di Leonardo, è riferita indubbiamente, ma senza significato apparente, a queste due figure.

f. 145 v.

Qualita e quātita del mōte tauro

..... *ma quando sene montata circha a 3 mjglia si comjca attrovare leselue degrā* | **d** *abeti pinj effaggi e altri simjli al***b***i.* (*infralle*) *dopo questo* **p***isspatio* **d** *3 al* | *tre mjglia sitruova praterie egran***d***ssime passture e ttutto il retto insino* | *alna sscimēto delmonte tauro sono neve etterne....*

Descrive il monte Tauro con particolarità sulla sua vegetazione (accenno fitogeografico rudimentale) dapprima arboreo, quindi pratense e da ultimo le nevi eterne.

f. 176 r.

[...] *alleuā te elli al**b**i siuedan piu nella cima che ne l pie**d** **p** che laria piu sīgrossa ī basso ello e**d**fitio piu si scura inalto elli al**b**i pocho si conoscā causa del vaporē osscuro a ponēte e chiaro a leuāte nella parte meri**d**onale*

Continua col monte Tauro, descrivendo l'impressione che deve ricevere il pittore osservando gli alberi nelle montagne.

f. 160 r.

*sen**p**e ilrouersciò deramj **d** qualūche piāta dimosstra (a l l a) al uēto chellj **p**chuote ellū sappoggia so**p**a dellaltro*

Una figura inintelligibile.

Cfr. nota precedente f. 79 r. Sempre, l'A. scrive, uno dei lati (il rovescio) dei rami di una pianta mostra la parte percossa dal vento, mentre un ramo si appoggia sull' altro. È un' osservazione per la pittura, ma tuttavia risponde pure ad un concetto biologico per certe disposizioni di rami in piante legnose ed erbacee.

f. 171 r.

Quellā cavsa. chemove. liomorj. intutte. lesspetie. de corpi anjmatj. cōtralnatural corso della lorgraveza...

*e propio quella. che **p**le tereste vene move lacqua dentra esse infusa epesottili meati la **d**stingue e come il basso sangue. inalto. surge e **p**le rocte. vene della fronte. **v**sa. e come dalla inferiore parte. della vite. lacq^a. surmōta. asua tāgliatj. ramj cosi dallimfima. profon**d**ta. del mare.*

Allude alla capillarità che determina il movimento dei succhi in direzione opposta alla gravità; ritiene identica questa forza a quella che fa muovere l' acqua dentro gli interstizi del terreno, il sangue nelle vene della corrugata fronte, la linfa nei sarmenti della vite, l' acqua nella profondità del mare. È un' osservazione molto interessante e geniale per i tempi di Leonardo per la parte che riguarda la circolazione nei tessuti vegetali.

f. 214 r.

*val **d** ciauenna*

qui nasscie. a beti larici. eppini

valsasina

*valsa sina. viene **d** verso. laitalia. questa e quasi **d**simjle forma e natura nasscievi assaj. mappello. eccj grā rujne. ecchadute dacque —*

*valle **d** trozzo*

*Quessta. valle. produce assaj abetj pinj e llaricj. e dove an**b**ogio fereri fa venjre. il suo legnjame. in tessta. della voltolina. elle mōtagnje **d** borme terribili. e piene se**p**e **d** neve. quj nascie ermelljni*

Nei suoi numerosi viaggi Leonardo raccoglieva sempre note copiose intorno ai più disparati fenomeni naturali. Qui egli ha citato le località per le diverse piante che ricorda di avere veduto: esse hanno valore floristico e forestale. Cfr. M. Carminati: Leonardo da Vinci in Valsassina ecc. (Milano, 1910) e Idem: Intorno al « Mappello » di Leonardo da Vinci ecc. (Roma, 1907).

f. 244 r.

Un disegno alquanto sbiadito che rappresenta l' infiorescenza di una Gigliacea, probabilmente di un *Asphodelus*. Anche qui è evidente l' ordinaria esattezza di Leonardo nel tener conto di ogni più minuta particolarità.

f. 252 v.

Un altro disegno che mostra due foglie staccate ed un frutto di *Mespilus germanica*.

f. 264 r.

Un altro disegno che rappresenta un magnifico ramo fruttifero di *Morus nigra*.

f. 265 r.

essēpli epruove della acresschimēto della terra

pig lia **v***uaso e ēpilo* **d** *sschie tta terra eppollo sopraūtetto ve dra che ī me***d***ate cho mīciera agier mi nare lefrolzute erbe e quelle cressciute far vari semj e erichadutj ifiglioli a i pie delle loro viciema***d***ri ve dra i lerbefatti iloro semj secharsi erricha- dute allaterra ī piciol tēpo chō vertirsi ī quella e dar le acresci mēto dopo quessto vedrai ai nati semj fare il me desimo chorso e sen pre lenate (cose che la lormorte danno fa) fatto iloro naturale chorso vedraj chola lor morte echoruzio ne dare acre sci mēto alla terra esse tu lassci assi passare 10 anj e mjsurassi la cressciuto ter- reno potressti vedere (essere lunj***v***sita* della tera) *quāto la terra unj* **v***sal mēte ecres- sciuta e molti plichādo vedraj i mi le annj quā (late) la mōdale terra eccressciuta potrano* **d** *re alchunj lessēplo del sopradetto vaso nō sad***d** *sfare alla (pruova de u) alla assegnjata pruova I npero ch sivede ne so* **p***ra detti vasi (quā) pelpre mjo* **de** *llasspettatj fiorj isspesso cho nuovo egrasso terre no* **q***gli pechalato te (re) tereno avere ariē piere Eio ti risspōdo chelterreno (cheve) quivi messo* **p**. *le messcho late grassezze (nonessere īte ra mēte terra* **p** *le) e mozalure* **d** **dv***se chose (dētro me scho late) nō si puo* **d***re es***s***e isschietta terra (no e* **p** *la ella putre fazione eq delle me sscholate chose) elle messcholate chose* **p** *lle lo ro putrefazionj parte della loro forma, iscie mādo sichoverte i īgrasso (ossotti le omore e que ssta e la cha- gione che lla sofficie tera par che sciemj ilquale salito* **p** *le ra***d***chate erbe quelle mātiene vi chō vivere sano gliodorj ferj fiorj) enotritivo āmore delle, ra***d***chate e so***p***a posste erbe e quessta ella chagione chettj fa parere (la) che la terra i sscie mj essultv vi lassci assi dētro mo rire le nate erbe erinassciere ilor se mj ve dresstj chol tenpo il suo acresscimēto*

Mi sembra che Leonardo voglia dimostrare l' origine del terreno per decomposizione delle piante che vi crescono e gli effetti vantaggiosi di siffatto substrato organico per la vegetazione.

f. 287 r.

Un fiore appena abbozzato e capovolto di fianco ad una piccola ed artistica testa di uomo.

f. 305 v.

[1ª colonna illeggibile] [fig. :] *rami* [fig.] 25 22 [fig. *n a b.*

a b e **v** *de e* **v***de he n b*

Figure schematiche quasi scomparse come il testo.

*Li rami delle piane sono in 2 mo***d** *o e sono arisscõtro õno se sono arisscõ tro que l* **d** *mezo nõ si piega esse nõ sono quel* **d** *mezzo si pieghа*

[Illeggibile]

[capovolto] *Ognj ramo finnj* [....] *inverso ilcelo*

Lie [....] *sono equali*

Li [....] *li* [....] *fa piu* [....] *mi che* [....] *ĩgrossano*

[....] *ato de lãgolo* [....] [....] *tẽpo* [....] *ha de* [....] *ilramo e piu sottile*

ogni [....] *tione* **d** *rami ricõpone* [....] *tante son le piege de li* [....] [....]

quãto sono li sua [....] [....] *che* [....] *si fã traue*

la [....] *catura dellato* [....] [....]

Il passo rimasto completo sembra voler dire : I rami delle piante sono disposti in due modi ; o sono opposti o alterni. Se opposti, il ramo di mezzo resta diritto (non si piega), se sono alterni, quello di mezzo si piega. Veramente, se così si può interpretare questo passo, è oscuro ; sebbene quando si tratta di riferimento alla fillofassi, Leonardo sia sempre chiarissimo.

Sotto c' è un accenno all' eliotropismo positivo.

f. 309 v.

e come lumoresparso **p***la (potata) vite sileva inalto e***v***sa* **p** *lj tagliati mẽ* **b***i (l (co) simil fa lacqª che versa* **p** *le) some alteze de mõti* **p.** *li tagliate vene simil fa lacqª (chenal) che nalto sileua (ch) e* **v***sa* **p***lerõ pi ture de le sõme alteze de montj*

e ssicome lomore (della) che **v***sa* **p***la tagliata vite (e nsula sua su***p***fitie ricade) desidera solo ilciẽtro delmõde e***v***so quel si move ancõra lacqª versãdo dellalteze de mõti.* *in***v***so esso ciẽtro volentieri si movano*

*e come lacqua dellatagliata vite so***p***a le sue ra***d***ci chadẽdo en quelle penetrando inalto sirileua alla medesima taglia tura re (torna)* **v***sa cosi la cqua delle somjta de mõti calẽ (***p***) e* **p***li (ta) meati della tera penetrãdo in su ritorna*

Ripete, con altre parole, ma con gli stessi esempi e particolarmente con quello sulla vite, le sue osservazioni giuste e geniali intorno al fenomeno della capillarità (cfr. f. 171 r.).

f. 315 v.
Una fogliolina ben disegnata.

f. 317 r.
Cinque disegni indecifrabili che sembrano raffigurare parti di vegetali.

f. 324 r.
mol ti fiori ritratti **d** *naturale*

Nella tavola corrispondente non si trova alcun disegno di fiori. È probabile che questa tavola sia andata smarrita. La dicitura di Leonardo è ad ogni modo interessante perchè, come sempre appare dai disegni di Lui, tutti i suoi « soggetti vegetali » sono « ritrattati dal naturale ».

f. 335 v.
Un disegnó rappresentante un frammento di foglia.

f. 376 r.
Una foglia e una cupola di quercia (probabilmente *Quercus Cerris*).

RIFERIMENTI VARI RIGUARDANTI PIANTE, PRODOTTI VEGETALI E OSSERVAZIONI PER LA PITTURA

f. 4 v.
p*che lenocj. sono fassciate da una cierta bucciolina che ritiene de la natura de* [....] *settu nonle spogli quando nefaj lolio quel mallo tignje lolio equando lo mettj. ino***p***a qel mallo siparte da lolio e viene insulla su***p***ficie della pittura equessto e quel chella fa chanbiare*

Nel momento in cui scriveva questa nota, Leonardo non conosceva o ricordava la natura del mallo della noce ciò che poco importa per lo scopo pratico di questa nota in servizio della pittura.

f. 7 r.
channa sughero dandar sotto acqua

Idem
ruota dj salice dj noce (etc.)
Due citazioni che si riferiscono a questioni di idraulica.

f. 32 r.
Modo **d** *macinare grano* (con figura).

f. 38 r.
*car***d**.

f. 71 r.

odorj

le mandorle senza buccia me ttj le tra fiori **d** *mela ranco ogielsomjnj o rovisstrj cj oaltro fiore odorifero mutandolo ogni* **d** *una volta chorivare j fiorj accio chelle mandorle nō pigliassino odore* **d** *mufa.*

Suggerisce la ricetta per un profumo; cfr. G. B. De Toni, Frammenti Vinciani, VI, pag. 11.

Idem v.

biancho

*seccha le barbe del gichero polar***d** *echalcina*

Cioè, secca le barbe del gighero, poi l' ardi (non lardo, come lesse il Piumati; cfr. G. B. De Toni, Frammenti Vinciani, VI, pag. 8).

Idem v.

barbe **d** *gichero chalcinate fāno forte chapitello*

Cfr. G. B. De Toni, Frammenti Vinciani, VI, pag. 8.

f. 76 v.

capitello

acqua vite passata **p** *ciene re* **d** *vite alba e chalcina. essoda O voj acieto* **d***stilato njschābio* **d** *acquavite o giuso limonjcho o acque forti.*

Cfr. De Toni, l. c.

f. 97 v.

Olio buono

Questa cāna da prīcipio effine ([..]) *sta duniforme vachuo.*

f. 105 v.

Metti sugo **d** *noci nella co* [....] *e chiara epp* [....] *agatis.*

f. 109 v.

sappj chettutj gliolij. chessono creati. nesemj, offrutti sono chiarissimj (*ch*) **d** *lor natura Mailcholore giallo chettu ve***d** *loro nonasscie sennō* | *dal non saperllo. trarre fuorj ilfuoco. occhaldezza* **d** *sua natura* (*assass*) *afforza* **d***farli pigliare cholore piglia lassperienza dalljchorj oghomme dalberj equalj settenghono* **d***ragie inbrie***v***e tenpo sirassodano perche vedentro piu. chaldezze. chennone nellolio, ecchol* (*tenp*) *lugotenpo pigliano uncierto giallo. cheppende innero. Mallolio perche none si chaldo nō fa quessto effetto bench alquanto sirasso***d** *njente* **d** *meno tuttavia sifa piv bello el chanbiare dellolio. chefa nel***d***pignjere, non nasscie sennone dauncierto sughio* **d***natura* **d** *mallo el quale e inchorporato in quella bucciollina. checchiude dentro asse lanoce. laquale. essendo. pessta insieme. cholle noci ep***p***chegli e dj natura quasi simile allolio*

simesscola chnesso ede si sottil chosa cheglia forza **d** *penetrare eusscire. sopra attutti icholorj. equessto-ecquella chosa chegli fa mutare essettu. volessi. chellolio sapessj* **d** *buono. enonnjgrossazj. mettivj dentro unpocho* **d** *chanfera fonduta, allēto fuocho emmesscolasi chololio bene emmaj nonsi rassoda.*

lenocj. chesstanno, immolle. nelranno. **p***isspazio* **d** *sei. ore. anno. potenzia* **d***tignierlo. effarlo. isschuro et***p***o sarebbe buono. innanzi. tu. le faciessi. chorron***p***e. chettu. mutassi loro il ranno* **d***. sei ore in seoro. insino attanto. chelranno. nuscissi chiaro* **d***poi. mutare enisscanbjo.* **d***ranno. torre aqqua. chiara.*

effare chome faciessti cholranno insino attanto chellacqua nessca chiara **d** *poj. vele. lascia isstare. infino. attāto. sjchorron pino. esseghuj. del ressto. chome detto. e* **d** *sopra erriussciratti. benjssimo emmolto. sottile ebbuo.*

Colori, olii o carta sono la preoccupazione di Leonardo, il quale, per il suo tempo, raggiunse quanto di meglio si potesse. Questo ricettario mostra la grande cura messa dal Maestro nella preparazione degli olii.

f. 109 v.

affonder perle

settu volessi fare passta **d***perle mjnute. abi delsugho delimonj emmettivele. jmmolle einuna. notte fieno disfatte. epposate. chelle. sono. ettu gitta. via. quelsugho. emmettjvene del nuovo. ecchos. fa. dua. o 3 volte. immodo. chella. passta. sia. sottilissima...*

Succo di limone per fondere perle, ossia per comporre grosse perle artificialmente da perle minute.

Cfr. De Toni, Frammenti Vinciani, VI, pag. 13.

f. 139 r.

mo do dafforzichare un fa sciculo **d** *ujmine le quali sā za gran***d***ssima forza nonpo tra essere retorto intorno alla linja cētrale della sua lū geza (ecquello) e* **p** *consegue za tanto sifara piu forte quel chessara dunpezo solo.*

sia adunque inssciculo detto e. f. ilquale con gran potētia sia resstretto dalla corda e n f **d***poi sia fatto prova* **d** *voltarlo* **p***li stremi con due contrari motj colle ljeuve. a. c coe chella lieua a. sia voltata* **p***lalinia ab ella ljeua c. sia voltata incōtrario coe* **p** *la linja. c d e colla sperïē tia potraj vedere chettal fassciculo nōsipotra voltare senō sassotiglia inse medesimo ossella corda* **p***edetta nò si allūgha onō si isspezza.*

fasciculo armoto **p***due versi* [*figura*].

Questo **p***nessunuerso sara maj storto nelmodo chesstorcer sogliano gli agricoli isottil vjmjnj* **p***farli piegabili eatti alle gare ifasscj dellj (legnje) rami dellial***b***ri* [a sinistra figure].

f. 145 r.

*Delli omini chedorman nellasse dal***b***o*

*liomj nj dormiranno emāgierano e abiterāno infra li al***b***i nati nelle selue ecāpagnje.*

È una profezia ?

Idem.

delle noci e vliue eghiā de ecastagnie essimjli

*molti figlioli (d a) da***d***sspietate basstona te fie tolti delle proprie braccia delle lor madri egittatj (t) interra e poi laceratj*

Allude all' uso primitivo di abbattere i frutti di taluni alberi col bastone, danneggiando l' albero oltre il prodotto.

f. 177 r.

zuchero acquarosa limone e acqua frescha colatj intela biācha ecque sta e bevanda **d** *turchi lasstate.*

Richiamo ai costumi ed alle cose del Levante.

f. 183 v.

Nocie mosschade.

f. 184 v.

De pictura nei paesi.

Parla delle diverse gradazioni che assumono le tinte delle piante a seconda delle posizioni.

f. 214 r.

p *fare indacho*

tog lj fiorj **d** *guado e amjdo* **p** *val parte e mpassta imsieme chonorina e aceto effanne* **v***mjgliaccio essecha lo al so le esse pendessi īm bianco rimettj piu rj* **d** *guado rimpasstando. īmodo sie isschuro attuo mo do di cho lore.*

Cfr. G. B. De Toni, Frammenti Vinciani, VI, pag. 8.

f. 214 v.

[*Nota*] *olio* **d** *noce... viscio biāco, tremētina, mele* **s***apino.*

Certo per qualche mistura, ma non lo dice. Che sia come crede G. B. De Toni, l. c. pag. II, per confezionare la pania ?

f. 223 v.

La banbagia ristretta (co) intorno consottili efforti legamj che pesi **v***na li* **b***a quādo sara spāsa quāto po poco pesa la vesscica gōfiata pocho pesa acō***p***atio* **d***rima. Qujsintēde chella ban baga prima stretta e poj spāsa sen***p***e sintēde attachata assottil filo enon posata so***p***a bilanca.*

f. 237 v.

le legnie giovane esseche giene rā piu azzurra fumo chelle legnie vechie e vmide

Nota per la pittura.

f. 244 v.

p vetro giallo.

ō 1 **d** *tuzia,* $^3/_4$ **d** *churcchuma,* **vnquatro** **d** *borace* **d** *poj torra 3 quari* **d** *farina* **d** *faue ō 3* **d** *fich secchi grassi* $^1/_4$ *duua passerina e ū p* **d** *mele* || *e polueriza* **j** *sieme e messcia e fa passtello.*

È una ricetta di colori. Adopra la *Curcuma* per colorire in giallo i vetri. Cfr. anche G. B. De Toni, Frammenti Vinciani, VI, pag. 8.

f. 247 r.

*tollj del seme di fotteragi e delle gnjffe biāche delli algli da piacētia togli depōderibus tolli lo***pe** **d** *leonardo chermo nese leva il forne llo* **d** *gannino to della semēza deliglj e deller bastella delle zuche marine.*

È un passo in una lettera: cfr. De Toni, Frammenti Vinciani, VI, pag. 9.

f. 270 v.

*aron***pe** *la pietra* **j** *nella vissica*

piglia schorza da vellano

ossa **d** *datterj*

es sassi fragia

semēza dorticha tā to dellun quā to della ltro e **d** *tutte fa polvere. sotti le eque sto vsa* **j** *ujvāda a uso* **d** *spe tie o voj la mattina. auso* **d***silopo cō ujno piācho tie pido āchora sparagi, o lleivertige o cho citura* **d** *cecj rossi* (?).

È una delle pochissime ricette lasciate da Leonardo; questa doveva servire contro i calcoli vescicali. Cfr. G. B. De Toni, Frammenti Vinciani, VI, pag. 10.

f. 271 v.

*altra acqua correra pelgiar***d***no* (*da*) *adcquādo lipomerāci e cedri ailor bi* | *sognj li qualj cedri sarā parmanēti* **p***che il sito sara jn modo ada tato che cō facilita sico***p***irāno e il caldo che alcontinuo spira lain vernata fia causa* **d** *mātenerli* (*l*) *assai meglio chel focho* **p** *2 cause* | *el una e che esso caldo de fontanjli enaturale e de il me desimo cherisscal da lera***d***ce* **d***tutte lepiāte. ilsecōdo e chel foco e chaldo acci dētale a esse pi ante* **p** *essere lui privato dumjdo e none uniforme e none cōtinuo* **p** *che e piu caldo nel prīcipio che nel fine e spesse volte e* **d***mētichato dalla in* **d***ligentia delor curatori — a Lifontanili sidebbe segare spesse volte le sue erbe accio chellacqua sia ve duta chiara colli lor fon***d** *ghiarosi e sol silassçi erbe atte al nutrimē to de pesscj come cresscionj essimjle altre erbe...... cosi avete musiche cōtinue insieme con li odori de' fiorj di cedri elli monj*].

Nota di giardinaggio. Dà istruzione per fare un giardino.

f. 278 v.

Una nomenclatura senza significato evidente in cui sono incluse le parole:

Mjdollo **d** *sanbucho*
sughero
me ligha
Midolo **d** *Zucha*
choloqvjnta
Midollo **d** *givchj*
chanapa
chardone

f. 295 r.

affare odore to buo na acq^{a} *rosa ēmolla tene ne lemanj* **d** *poj to gli del fiore* **d** *d sspigo effregha te lo fra luna ma no ellaltra ede buono.*

Spiega l'odore che può dare la lavandula.

f. 313 v.

...giālo de sua colori primo za fferano... rosso, Rosolacci sechi e poluerizatj fiorarisi ginestre fresche e ttutti fiori.

È una delle solite nomenclature, senza nesso apparente, ma (cfr. G. B. De Toni, Frammenti Vinciani, VI, pag. 0).

f. 318 v.

p *fare lapasta. aceto forte. nel quale* **d***soluj. cholla* **d** *pessce. e conessa colla fa pasta. e apicha il tuo corame. effia bona.*

Insegna come si fa la pasta per cuojo con aceto forte nel quale si dissolve colla di pesce.

f. 320 r

*Stuccho daformare tolj bituro parte 6. ciera parte. 2 e tāta farina volatile. che messa so***p***a le 2. chose strutte. lefacci. sode amodo* **d** *cera. o* **d** *tera. daformare.*

Indica come si fa stucco da formare con butirro, cera e farina volatile.

Idem

Colla to ma stice te me tina stillata e biaccha.

Indica come si fa colla con mastice, trementina stillata e biacca.

Idem

Se vuoli. fare unsolaro bello e chō pocha. isspesa. torai i tua corētí che sia no larghi $^1/_4$ *e alti.* $^1/_2$ *e lūghi* **b** *12 e questj. ferma. insu tua murj e po sti* **p** *choltello. a cio. siē piv fortj. essiē lon tanj. luno. dallaltro.* **b** *i̊.*

d *poi. faraj un quadro.* **d** *tera lauorato attuo modo.* **d** *gra***d***eza. duno* **b** *e* $^1/_2$ *e ī su quello. faraj una. forma* **d** *giesso* **d** *poj fa raj. una. quātita.* **d** *stucho fatto*

cō cholla. farina. e ssegatura **d** *legnjame e fara lo dura. a mo do* **d** *ciera ramorvidata* **d** *poj. iscalda. la forma.* **d.** *giesso e in beverala cō pece strutta. nera. e llascia. sechare* **d** *poj lo incienera e fforma cholla spūga e cava. amodo de qua dre lj e lasscia sechare a l vēto i loco piano e ffa che ultima mēte resti* **p** *facia ĩ* **b** *e* ¼ *po* **d** *pignj e apicha alsolaro cō 6 chio***d** *e una ciavarda i mezo poj metti so***p***a i corēti tavole e poj iquadrellj e questo stucho. e buono a ffare. chasse. e molte altre chose.*

anchor giesso segatura e cimatura. e colla fa bono. stucho

anchora stoppa alzata. colle manaie ne l modo de le gualchiere ciesso e colla, e bona.

Insegna come si fa un *solaro bello.*

f. 328 v.

Cita legnami tondi di abete o di castagno.

f. 329 v.

Scize ro lo che fanno i putti cho prugnj.

f. 346 v. (?)

i l fumo de [...] *cto alopiativo tolj* (*s. tor*) *seme* **d** (*torto magli*)? *loglio riparo e doracq^a vitejbābagia* **d** *dēte cavalino*

de labro

*se me e ra***d***ce* **d** *ma ppe lo e se ca onj cosa e ssa po luere ē corpo ra cō cāfora e de fato*

fumo mortale

toli ar se nico ē corpora cō solfo orisalgallo

Cfr. G. B. De Toni, Frammenti Vinciani, VI, pag. 11.

riparo aqua rosa

f. 358 v.

fagioli o llupini tinti nel suo nasscimēto fetteragi o nociole o fave

f. 370 r. e v.

Si tratta di strane profezie e credenze saltuarie senza corrispondenza tra l' una e l' altra. « *de legniami che brucano o***p**^a^ *lial* **b** *e albusti della grā selve siconvertirano incenere* » « *lulie che chagiā deli uliuj e da noci lolio che fa lume* » « *dellino cheffa la cara de cēcj* » « *Liomjni sinasconderanno sotto le scorze delle isscorti cate erbe* » « *li omjni che vā so***p***a li al***b***i ādando inzo choli* » « *sarā si grāde ifanghi chelliomjni andranno so***p***a lial***b***j de lor pae si* » « *delle casse che riseruano molti tesori troverassi dentro a de noci e de li al***b***i ealtre piante tesori grādissimj i quali li stanno occulti* ».

A proposito di quest' ultima credenza, ho sentito comunemente tra i popoli balcanici la medesima voce.

E poi « *vedrassi li al**b**i delle grā selve **d**taurus e **d**sinai a penino ettalas scorere **p** laria da oriēte a ocidēte daa quj lone a me ridi e portarne **p** laria grā moltitu**d**ne (**d** spet) duminj...* ».

f. 380 r.

*Sappi cheffacciēdo bollire o lio dilino seme immodo che visappicchi dentro ilfuocho gittandovj su il uino verermiglio seneleua fiam me grandissime didi vers cho lorj edura jlfia mmeggiare quāto dura iluino e nno ta chellaqua. che ue isstato immolle i ra **d**cch i facciendo m.*

f. 385 r.

Lōbelico elegamēto del figlol colla guaina chello ueste. il equale ra mi ficha e ssi lega colla matrice co me bottone cono chiello o come brusstia cō brustia o llapola cō lapola.

FAVOLE

f. 67 r. *favola*

*I rovisstrice. sendo stimolato nelli sua. sottili ramj ripienj **d** novellj frutti da i pūgiēti artigli. ebecho. delle inportune merle (c) sido leva chōpietoso. ramarichio. īverso. essa merla. pregando. quella che poi chellei litoglieva. esua **d**lettj. fruttj ilmeno. nolle (togliessi) privassi de lefoglie. lequali lo**d**fendevano. daicociēti. razi. del sole eche cholla chute vnghie nonischortichasse dessuestissi della. sua tenera. pella A laquale lamerla chonvilane rāpognje rispose. otaci. salua ticho. sterpo. nōsaj chelanatura ta fatti. produre. questi frutti **p**mio notrimēto nōue**d** chesse almōdo **p** servirmi **d** (ll). tale cibo nō sai vilano. chetu. sarai. inela prossima īuernata notri mēto e cibo del focho. le quali (dopo pi) parole ascholtate dalal**b**o patiēte mēte nō sanzalacrime. jfra pocho tenpo il merlo **p**eso dallaragnja e cholti de ramj **p** fare gabia. **p**ichacierare essomerlo tocho infralaltrj ramj al sottile rouistricho affare leujmjnj de la gabia le quali vedēdo essere chaua della **p**sa li**b**ta delmerlo ralegratasi mosse tale parole. O merlo. isomquj nonachora. chomsumata come **d**cieri dal focho prima vederote prigione che ttu me brusiata*

Vi è della gente cui passa per la testa vuota di buon senso, ma piena, in cambio, di alterigia e di orgoglio, che tutti e tutto debbano essere in loro servizio. Con questa favola Leonardo flagella a morte costoro, facendo risaltare la loro stupidità ignorante.

Idem *favola*

*vedendo. illavro. e mjrto. tagliare il pero. chonalta voce gridarono. O**p**o. ovevaj. tu. ove. lasu**p**bia. che areuj. quādo avevi. itua. maturi. frutti. (m.) hora. nōci faraj. tuō**b**a chole tue. folte chiome. Allora. il pero. rispose. io ne vo collagrichola che mjtaglia e mj portera alla bottega dottimo sculture. il quale mifara. chonsuarte*

pigliare la forma **d***gi (v) ove. i***d***o. essaro de***d***chato nel tenpio. edagliomjnj adorato in vece* **d***giove. e ttuti metti ĩ pũto arimanere ispeso. storpiata. epelata de tuaramj iquali. mifieno da liomjnj* **p***onorarmi poste* **d***ntorno.*

È naturale che un artista come Leonardo faccia parlare il pero, così come ha fatto, per il pregio che ha in arte il legno tanto ricercato di questa pianta. Ciò in antitesi stessa col lauro e col mirto che se servono bensì per far ghirlande a mostrare il genio, sono unicamente di pompa, ma di nessuna utilità pratica. E Leonardo preferisce l' utile in arte, condannando la leggerezza delle cose. Cfr. Ms. A. f. 1 r.

Idem *favola*

*uedẽdo. jlchastagnjo. lvomo. so***p***a. ilficho. ilquale (ma) piegava in' verso se isua ramj e* **d** *quelj isspichava. imaturi. (fichi) fruttj e quellj. e quali mette va ne lla* **p***ta bocha* **d***sfacciẽdolj e***d***sertãdo li choiduridẽtj. (par) crollã do. (il chapo). ilunghi ramj e chõ (are) temultevole. mormorio* **d***sse. O ficho. quato settu mẽ***d***me. obrigato. alla. natura. ve***d** *chome ime or***d***no. seratj. imja. dolcifigliolj. prima. vestitj* **d** *sottile cha mjcia so***p***a la quale. eposta la dura e foderata. pelle. e nõ chõ tẽta dosi* **d** *tanto benjficharmj. che lla fatto loro la (spinosa) forte abi tatione e sopra quella. fondo achute. effolte. spine. acio che lle manj dellomo. nõmj possino nvocere. A lora. ilficho chomj cio. insieme chosua figlioli aridere (d) e ferme le risa* **d***se chõ chonosci lomo. essere* **d***tale ingiegnjo che lui tisapi cho le pertiche. e pietre e sterpi trattj infraitua rami farti povero de (j) tua fruttj e que li chaduti peste chopie***d** *o chosassi imodo che fruttj tua escino straciati estorpiati fora dellarmata chasa e io sono chõ* **d***ligiẽza tocho dalle manj e nõchome te da basstoni e dassassi e*

Il castagno è come coloro che non sanno quello che dicono o fanno e cercano imporsi finché trovano chi li mette a posto dopo aver loro fatto la parte che si meritavano. Qui Leonardo innalza il genio dell' uomo e lo porta a vincere la stessa natura. Notevole è il modo col quale Leonardo chiama i frutti, figliuoli (Cfr. Mss.).

Idem *favola*

*trovãdosi. lanoce. essere dalla chornachia (essere). portata. so***p***a. vnalto. chanpanjle. e***p***. vna. fessura doue chade fu libata. dal mortale (becho) suo. becho.* **p***egho. esso muro. (chella. ricieta)* **p***quella. gratia che***d***o. liaveva dato. delessere tanto emjnẽte. e magnjo. e richo* **d***sibelle chãpane e***d***tã to honorevole. sono. chella douessi sochorere (eda)* **p***che. la nonera. pututa chadere sotto iverdí ramj del suo vechio. padre. e essere nella gra satera richo***p***to delle sue chadẽti foglie. chenola volessi lui abandonare. ĩ***p***o chella trovãdosi nel fiero becho della. fiera chornachia chella si boto (v) che schãpãdo daesa voleua finjre lauj ta. sua nvnpiciolo buso. alle qualj (il) parole ilmuro. mosso. achõpassione. fuchõtento riciettar la nelocho (v) ouera chaduta. e in fra pocho tẽpo lanoce chomjcio a***p***irsi emettere le ra***d***ci infra le fessure dellepietre. ecquelle allargare egittare iramj fori della sua. chaverna. (eb). equegli inbrieve leuati so***p***a loe***d***fitio e ingrosatele ritorte ra***d***ci comjncio aprire imvri echa*

*ciare le antiche pietre deloro. vechi. lochi allo ra il muro. tar**d** eindarno pianse. lacagione de | l | suo dano e in**b**ieve apero rovino grā parte delle sua mē**b**e.*

Leonardo colpisce magnificamente coloro che s' insinuano usando di ogni arte nell' animo dei buoni cui tendono a strappare favori e che poi premiano con la più nera ingratitudine.

Idem

*Il mjsero. salice. trovandosi (o g n j a o) nõ potere fruire il piacere. **d** vedere. isua. sottili. ramj. fareo**v**cõdure. alla. desiderata. grandeza. e**d**rizarsialcielo. **p**chagione. della vite. (d) e**d**qualunche piāta. liera visina. sen**p**e ellj era. storpiato. e**d**ramato eguasto eracholte. inse tutti lisspiri ti. (egi) echonquelli a**p**e (s e l e p o r) esspalancha. leporte alla imaginatione. estando. inchõtinva. (i m a g i n a t i o n e) cogitatione. ericier chando. chonquella. (p o i) lunjverso. delle piāte. chõquale **d**quele. esso cholle gare. sipotessi. (l a q u a l e) che nonavessi. biso gnj. dellaivto. desua. legamj estādo. ālquanto. ínquesta (i m a g i n a t i o n e) notritiva. imaginatione. cõsubito assa limēto licorse nelpesiero. lazucha. echrollato tutti ira mj **p**grāde. allegreza. parē li. avere. trouato chõpa gnja. alsuo. **d**siato. proposito. í**p**o. checquella. epiv. atta allegare. altri che essere (l e i) legata. (e **p** a t o. l a s s c h a z a c h e l l i p i ā t i. **d**) effatta tal**d**li**b**atione rizo. isua. ramj inuerso ilcielo attēdea sspettare qualche amjchevole. vcciello chellj fussi attal **d**siderio mezano jfraquali. veduta. asse vicina. lassgaza. **d**sse. iver. **d**quella. ogiētile. vciello. jo ti priego **p**quello. sochorso. cheacque |.| sstj giornj. damattjna. ine mja. ramj trovasti quādo. lafamato. falchone. crudele. he rapace. tevoleva **d**uorare (e t t i **p** i e g o) e. **p** quelli; riposi cheso**p**a (i m j a r a m j) me ispeso ai vsato. quādo. (i n e r v i. m o t o r i d e l l e t u e. i s t ā c h i. n õ p o t e a n o. p i v m e n a r e l e t u e. a l i e). lalie tue. atte. riposo chiedeano. e**p**quellj piacie re che infradettj. miaramj scherzādo cholle tue chõpagnje ne tua. amori gia ajcsato. Ioti**p**iego. chettu tuovj lazucha. ein**p**tri dacquella alquāte delle sue semēze e **d** acquelle. chenate. chelle. fieno. chio lettrattero no naltre. mēti. chessedelmjo chorpo. gienerate lauessi (e s s i) essjmilmēte vsa tutte quelle parole che**d**simjle intē tione **p**suasiue. sieno benche (J o) atte maestra delingua gi insegnjare. nobisognja. essecqesto. (s e r u j t i o m j) faraj. io sono. chontēta **d**ricieuere iltuo njdjo so**p**a ilnassimēto demja. ramj. insieme (l e) cholla tua fa miglia. sanza pagamēto dalcū fitto. allora lassga za. fatto. effermj. alquāti capi (l) tolj **d** novo (s) cholsalice. ema. simo. chebissie. offajne (no) so**p**a se mai nonacciettassi alzato lacoda e bassato. latesta egittatasi delramo (d) rēde ilsuo. peso. allalj. e cquelle battēdo so**p**a lafugitiva. aria. ora qua ora illa culriosamēte choltimõ dellacoda **d**rizādosi. **p**uēne. aunā zu (z) cha. e chõbelsaluto e alquāte bone. parole (i n **p**) inpetro le**d**madate semēze e chondottele alsalice. (f u g r) fu cholieta ciera ricevuta e rasspato alquāto copie iltereno vicino alsalicie chol becho. iciercho (a l s a l i c e) aesso. esse. granj. piāto. lequalj in**b**ieve tēpo. cressciēdo. cõmjcio. chollo accrescimēto. heaprimēto de sua ramj. aochupare. tutti. iramj. del salice e cholle sue grāfoglie. attorle la belleza del sole edelcielo. e nõ bastāto. tāto male (ne) seguēdo lezuche.*

comjcio **p** **d***scõ cio peso attirare le. cime de tenerj ramj inver late rra chonjstrane torture e* **d***sagio* **d** *quelli — allora scotẽdossi eindarno crolladosi* **p***fare dasse esse zuche chadere eindarno vane giãdo alquãtigiornj. insimjle ingano.* **p***che labona efforte chollegatione tal pẽsieri negava. vedẽdo passare iluẽto. acquello racomãdãdosi e cquello soffio forte allora sa* **p***se iluechio e voto gãbo delsalice in 2 parti insino alle sue ra***d***ce eccaduto in 2 parti indarno pianse semedesimo e conobe chieranato* **p***nonaver mai bene*

Gli sfruttatori si impossessano generalmente dei deboli o degli ingenui o degli idealisti; quando gli sfruttati vorrebbero liberarsi, raccomandandosi all' intervento di terzi, dei loro parassiti, è cattivo destino che cadano nelle braccia di elementi peggiori dei primi e che la cattiva sorte, perseguitandoli anche per altre vie, li riduca frequentemente agli estremi.

Idem.

*(Iluino. vedendosi nelle parti maumettane ognj giorno. daibeuitori essere messo. inelle fassti***d***ose. budella. e chõuer tito inorina. e* **d***aciere. poi lũgamẽte ne neibrutti epuzolenti lochi.* **d***libero ado***p***are. (i sua spiritj eõ on) ognj. sua. forza. (aua). alriparo* **d***tãta nefanda vilta. e trovãdosi so***p***a latavola* **d** *mavmetto. nvna. richa. ebella).*

*Trovãdosi iluino il***d***vino licore. delluua. invna aurea erichacha. taza so***p***alatavola* **d** *ma vmetto. (***d** [.] *e chõ) emõtato. ingroria* **d***tã to honore. subito fu assaltato. davna cõtraria cogitatione.* **d***ciẽdo. asse. medesimo. cheffoi.* **d***che mi rallegro. io. nomavedo. (io). essere. vicino alla mja. morte. ellassciare. laurea. abitatione de lla taza. eentrare. inelle. brutte effetide chavene delcorpo vmano. elli (s) trassmvtarmi* **d***odorife ro essuave. (vino) licore. in brutta ettrista orina enõ basstãdo. tãtomale. chio anchora deba silũga mẽte.* **d***asiere. ine brutti riciettacholi chollaltra fetida e chorotta materia. vsscita delle vmane inte riora grido inverso. ïlcielo. (***d***ciẽ) chiedẽdo vẽdetta* **d***tanto danno. (allora giove fecie ch che) echesi. ponessi ora maj fine attãto* **d***sspregio che poi che quello. paesse producea (il.) le piv belle e migliore. vue* **d***tutto. laltro mõdo cheilmeno elle nonfussino. invino chõdotte allora giove fece chel beuto. vino damaumetto eleuo lanjma sua inverso. ilciela***b***o. ecquello. imodo cõtamjno che lo fecie. matto. e partori tanti errori chattorna to inse fecie legie. chenessuno. assiaticho beessi vino. effu nassciato poj (d) li***b***e le ujti cosua fruttj.*

gia iluino entrato nell o stomaco co mjncia abo llire esscõfia re gialani ma **d***quello comjncia abã donare ilcor po. giasivolta inverso ilcielo trova ilcie la***b***ro. cagione delle* **d***vjsione dal suo corpo gialo comjcia a acõtamjnare effarlo furia re amodo* **d** *ma tto gia fa in riparabĩliero ri amazãdo isu a. amjci.*

Parla dell' orgoglio del vino e dei suoi effetti nel corpo umano; accenna alla bontà della religione musulmana che lo proibisce.

Idem

favola. della lingua. morsa daidēti

ilciedro insupbito della sua belleza dubita delle piãte chellj sõ dītorno effa tolesitore dnanzi iluēto poj no nessē do interotto. logitto ptera. dradchato.

La superbia e l' alterigia punite.

Idem *favola*

laformjcha. trovato vno. grano d miglio. jlgrano sētendosi peso dacque lo grodo..... se mj fai tãto piacere d lassciarmj fruire ilmjo desiderio del nassciere. iotiredero. ciēto me medesimj e cosi fufato.

La logica d' accordo con la pratica senza bisogno di lunga discussione.

Idem

trovato. il ragnjo. vno grappolo. duue il quale. pla suadolceza ēra. molto. visitato da ave edueerse qualità d mossche. li parve. avere. trouato locho. molto. chomodo. alsuo. inganno. echala tosi gu. p lo suo. sottile. filo. e ētrato. nella no va. abitatione. liognj. giorno. (conjuganj chonducie.) faciēdosi alli spiraculi. fatti dallj intervallj. degranj delluue. assaltaua chome ladrone. imjseri anjmalj. che da lluj nonsi guardauano e passati. alquantj. giornj. il vendemjatore. colta. essa. vua emesse. collal tre. insieme chonquelle. (p) fu. pigiata. echosi luua fu laccio e nganno dello ingãntatore ragnjo. chome. delle. ingannate. mossche —

Lo sfruttatore senza scrupoli e senza misura usando ed abusando dell' altrui bontà viene finalmente ad essere punito come si merita. Disgraziatamente, con lui finiscono buoni e malvagi.

Idem

laujtalba. nonjstãdo. cõtenta. nella sua siepe. comjcio. apassare. cosua. ramj. la comvne. strada. eapicharsi. alloposita siepe onde. daujãdanti. poi. fu rotta.

Chi non si contenta finisce male.

f. 76 r. *ciedro*

avēdo ilciedro desiderio d fare 1ⁿ bello e grãde frutto inella somjta. d se lomjse aseguj tione chõ tuta lle forze del suo omore. Il quale frutto crescivto. fu chagione d fare declinare laeleuata e dritta cima.

Rappresenta splendidamente l' ambizione guidata dall' ignoranza.

Idem *psicho*

il psicho avēdo. jvida alla grã quãtità de fru tti visti fare alnoce suo vicino d librato fare il simjle. sicharicho de sua imodo tale che lpeso d detti fruttj lo tiro dradchato e rotto alla piana tere.

Ripete, press' a poco, il pensiero della favola precedente.

Idem *noce*

il noce (f) mostrãdo sopa vna strada airiãdanti laricheza de sua frutto. ogni omo lo lapidaua.

Coloro che si pavoneggiano sono derisi da tutti.

Idem *ficho*

il ficho stãdo sanza fruttí nessuno loriguardava volendo chol fare essi frutte essere laldato dalio mjnj. fu da quellj piegato. e rotto —

Coloro che si pavoneggiano senza sostanza finiscono tutti come il fico di Leonardo.

Idem *holmo fico*

Stando. ilficho. vicino allolmo. e riguardando isua ramj essere. sanza. frutti e avere ardmēto d tenere ilsole. asua. acerbi. (fru) fichi chõrã pognje. gli dse. hoholmo. nonaj tu vergognja ha starmj dnãzi maaspeta. che mja figlioli sieno imatura. eta e vederaj doue titro veraj iquali figlioli poj maturatj cha (v) pitãdovi l^a *squadra dsoldati. fu daqueli ptore isua fichi tutto lacera. to. edramato e rotto ilquale stãdo. poj cho si storpiato delle sue mēba. lolmo lodmãdo dcie do hofjcho quãto era ilmeglio astare sanza figliolj che p que lj venjre insi misera bile. stato —*

Superbia e prepotenza sono punite esemplarmente. Noto che anche qui, Leonardo chiama « figlioli » del fico i fichi maturi (1).

f. 175 v.

una. pietra nova mēte placque scopta d bella grãdeza sistaua sop un cierto locho rile vata dove termj nava udlettevole bosscheto sopa una sassosa strada ĩchõ pagnja derbette d vari fiori d dversi cholori or (ta) nata evedea (i viandãti) lagrā soma delle pietre (essere solie) che nella asse sotto posta strada chollo chate. erano le uene desiderio dlagiu lassciarsi cha dere dciēdo. cõ se cho che foio quj. chõ queste erbe io voglio chō queste mje sorele (im) inchõpagnia abitare e giu lassatosi chadere infra le desiderate chõpagnje finj suo volubile corso. e stata alquãto chomjcio aessere dale rote de charrj. dai pie de fferati chavallj e deviandãtj. aessere inchontinuo travaglio. chila volta quale lapesta va alchuna volta sjleuara alchuno pezo. quãdo stava chopta dal fã go osstercho d qualche anjmale. einvano riguardava ilocho dõ de parta ta sera inello cho della solletaria etrāquila pace — così acade acquellj che della vita soletaria e chõtenplativa voglia no venjre abitare nelle citta infra ipopoli pienj dnfinj malj.

Questa favola, oltre l' interesse che offre per lo studio della psicologia Leonardesca, è opportuna a dimostrare una volta di più l' amore che Leonardo portava alle piante e ai fiori, che egli richiama qui per dare vita al paesaggio.

---

(1) Queste favole del f. 76 sono accompagnate da figure intelligibili.

f. 313 r.

vn certo merẽdon cresscuto (inãzi a l tenpo) allugga come la zucho olmelõ p supchio omore o co me il bozachio p li acquazonj. no tu nõ d bene satu chie. par quele egli e proprio gucho. dagello raso achapochia ma li mãcha il chavolo (da) olla fogla della zucha dachola re ilattime di ssu sandro che tte ne pare iti dro il uero e no me riusscito.

Si può leggere anche : « No, tu non dì bene ; sai tu che par quale ; egli è proprio quasi d'augello raso a capocchia » ? Che cosa significa ad ogni modo questa *fantasia* ? A mio modo di vedere sono due interlocutori, i quali vogliono parlare di terza persona di nessuna intelligenza e di nessuna attività. Uno lo paragona alla zucca o al melone cresciuto all' ombra e in terreno troppo grasso e quindi insipido, o al bozacchio (susina cresciuta male e piena di gommosità per l' accesso di acqua) per gli acquazzoni. L' altro, invece, lo paragona ad un uccello da preda di poco fatto prigioniero e perciò con le ali tagliate e col capuccio sugli occhi come a quei tempi si tenevano gli uccelli rapaci per addomesticarli ; ma gli manca il cavolo (allude, forse, Leonardo ad un modo di quei tempi di alimentazione erbacea o lattea cagliata col cavolo o la zucca degli uccelli rapaci? Non mi pare che cavolo o zucca debbano riferirsi ad un terzo paragone che si voglia fare del « certo merendone » (uomo stolto e dappoco) con un bamboccio coperto di lattime, medicato con le foglie di cavolo o zucca. Sono s' intende, modi di dire dei tempi Leonardeschi. Vuole interpretarsi, forse, uno sfogo per qualche incarico dato e non eseguito a questo Sandro che Leonardo tratterebbe di merendone ?

SUL TRASPORTO DELLE COORDINATE GEOGRAFICHE LUNGO ARCHI DI GEODETICA DELL' ELLISSOIDE TERRESTRE

MEMORIA

DEL

Prof. FEDERIGO GUARDUCCI

(letta nella Sessione del 26 Marzo 1916)

Il problema fondamentale della geodesia che si enuncia:

Essendo dati, in un punto dell' Ellissoide terrestre, la latitudine, la longitudine nonchè la lunghezza e l' azimut dell' arco di geodetica che unisce questo punto ad un altro pure sull' Ellissoide, determinare in quest' ultimo le analoghe quantità, si risolve, come è noto, con più metodi i quali sostanzialmente si possono ridurre a due, cioè:

1° integrando per serie con opportuni espedienti di calcolo, e introducendo anche variabili ausiliarie, le equazioni differenziali delle geodetiche. (Metodi di Bessel, Hansen, Baeyer, Helmert ecc.);

2° esprimendo le quantità che si cercano per mezzo di serie ordinate per le potenze ascendenti del rapporto fra l' arco s e uno dei raggi di curvatura dell' Ellissoide, rapporto che viene considerato come una piccola quantità del 1° ordine di grandezza. (Metodo di Legendre che va impropriamente sotto il nome « Metodo di Delambre » perchè da questo adoperato nelle operazioni geodetiche francesi che servirono di base al sistema metrico decimale).

Il primo metodo ha bensì il vantaggio di potere essere applicato fra punti separati da distanze comunque grandi, ma riesce in compenso non semplice nella sua pratica attuazione; il secondo invece è semplicissimo e praticissimo finchè l'arco, che indicheremo con s, è tale che si possono trascurare, negli sviluppi, i termini di 3° ordine, ossia per valori di s che si aggirano attorno a 25-30 chilometri; diviene alquanto più laborioso, (ma pur sempre conveniente rispetto al primo), per distanze di 60-80 chilometri, nel qual caso occorre tener conto anche dei termini di 3° ordine, mentre per distanze maggiori che impongono di conservare i termini di ordine superiore al 3°, per avere la precisione ordinariamente richiesta nei centesimi di secondo per la latitudine e per la longitudine, e nei decimi di secondo per l' azimut, il numero dei termini negli sviluppi cresce sensibilmente, ed il calcolo diviene così laborioso e complicato che riesce preferibile l'applicazione del primo metodo. — In particolare per distanze s di circa 500-600 chilometri

occorre tener conto dei termini di 5° ordine, ed il metodo diviene pressochè inapplicabile in pratica.

Scopo della presente nota è di mostrare come, anche in quest'ultimo caso, cioè degli sviluppi protratti fino ai termini di 5° ordine, si può con un ripiego assai semplice, ridurre sensibilmente il calcolo numerico rendendo così ancora conveniente questo secondo metodo rispetto al primo.

Riassumiamo perciò le formole che Helmert nel suo oramai classico trattato, *Die mathematischen und physikalischen Theorieen des höeren geodäsie* (Vol. I, pag. 298) ha sviluppato fino ai termini del 5° ordine inclusivamente, dando loro, mediante opportune ausiliarie, forma il più possibile concisa; e, per maggior semplicità dei confronti che dopo faremo sopra un medesimo esempio numerico calcolato dallo stesso Helmert, conserveremo esattamente le medesime convenzioni e i medesimi simboli da esso adoperati.

Le formole in parola sono le seguenti:

$$(1)\quad \underset{\text{in sec.}}{B_2 = B_1 - W_1^2 \rho''(1+\delta)} \left\{ \begin{array}{l} u + \frac{1}{2} tv^2 - \frac{1}{6}(1+3t^2)uv^2 + \frac{1}{6}(2+3t^2)tu^2v^2 - \frac{1}{24}(1+3t^2)tv^4 \\ - \frac{1}{30}(2+15t^2+15t^4)u^3v^2 + \frac{1}{120}(1+30t^2+45t^4)uv^4 \\ + \frac{3}{4}\delta \operatorname{sen} 2B_1 u^2 - \delta\left(\frac{1}{2}\cos 2B_1 u^3 + \frac{1}{6}(5\cos 2B_1 - 4)uv^2\right) \\ \hfill + \text{ termini di } 6^\circ \text{ ord.} \end{array} \right\}$$

$$(2)\quad \cdots\ \underset{\text{in sec.}}{L_2 = L_1 + \rho'' \sec B_1} \left\{ \begin{array}{l} v - tuv + \frac{1}{3}(1+3t^2)u^2v - \frac{1}{3}t^2v^3 - \frac{1}{3}(2+3t^2)tu^3v \\ + \frac{1}{3}(1+3t^2)tuv^3 + \frac{1}{15}(1+3t^2)t^2v^5 + \frac{1}{15}(2+15t^2+15t^4)u^4v \\ - \frac{1}{15}(1+20t^2+30t^4)u^2v^3 + \frac{1}{3}\delta \cos^2 B_1 u^2 v \\ \hfill + \text{ termini di } 6^\circ \text{ ord.} \end{array} \right\}$$

$$(3)\quad \underset{\text{in sec.}}{\alpha_{2.1} = \alpha_{1.2} + 180^\circ - \rho''} \left\{ \begin{array}{l} tv - \frac{1}{2}(1+2t^2)uv - \frac{1}{6}(1+2t^2)tv^3 + \frac{1}{6}(5+6t^2)tu^2v \\ - \frac{1}{24}(5+28t^2+24t^4)u^3v + \frac{1}{24}(1+20t^2+24t^4)uv^3 \\ + \frac{1}{120}(61+180t^2+120t^4)tu^4v - \frac{1}{120}(58+280t+240t^4)tu^2v^3 \\ + \frac{1}{120}(1+20t^2+24t^4)tv^5 - \frac{1}{2}\delta\cos^2 B_1 uv \\ \hfill + \frac{1}{12}\delta \operatorname{sen} 2B_1(u^2 - v^2)v + \text{ termini di } 6^\circ \text{ ord.} \end{array} \right\}$$

nelle quali le B e le L rappresentano respettivamente le latitudini e le longitudini (contate queste da Est verso Ovest), le α gli azimut contati da Sud verso Ovest (Vedi figura

nell'esempio numerico) ed s l'arco di geodetica, e nelle quali sono state fatte le posizioni

$$(4)\quad \left\{\begin{array}{l} u=\frac{W_1}{a_0}s\cos\alpha_{1.2} \\ v=\frac{W_1}{a_0}s\,\mathrm{sen}\,\alpha_{1.2} \\ t=\mathrm{tang}\cdot B_1 \end{array}\right\} \begin{array}{l} a_0=\text{semiasse maggiore dell'Ellissoide } [\log=6.8046434.637] \\ W_1=\sqrt{1-e^2\mathrm{sen}^2 B_1} \\ e=\text{eccentricità dell'Ellisse meridiana secondo Bessel} \\ e^2=0.00667437\cdots[\log=7.8244104.149-10] \end{array}$$

$$\rho''=\frac{1}{\mathrm{arc}\,1''}=206264''.806247\cdots[\log=5.3144251.332]$$

$$\delta=\frac{e^2}{1-e^2}=0.0067192.187\quad\cdots[\log=7.8273187.745-10].$$

Come si vede, questi sviluppi, quando non si tratti di calcolarne solo i primi termini, sia pel numero di essi termini sia per la forma complessa dei respettivi loro coefficienti, (i quali debbono venir calcolati per ogni punto di provenienza M_1) sono veramente tali da sgomentare qualunque più sperimentato calcolatore, e da riuscire perciò assolutamente disadatti all'uso corrente; tantochè anche Helmert dichiara che la convenienza di usarli si potrebbe avere solo quando tutti i punti di cui si vogliono calcolare le coordinate geografiche fossero legati con provenienza diretta ad un unico punto, (che sarebbe il punto M_1) giacchè allora i coefficienti, rimanendo sempre gli stessi, si calcolerebbero una volta sola.

È facile però vedere che la prolissità di questi calcoli si riduce in misura molto larga se dall'Ellissoide trasportiamo il problema, fin dove è possibile, sopra una sfera di raggio conveniente.

Imaginiamo infatti di far variare il raggio equatoriale a_0 dell'Ellissoide fino a farlo divenire uguale alla gran normale

$$N_1=\frac{a_0}{\sqrt{1-e^2\mathrm{sen}^2 B_1}}$$

relativa al punto M_1 lasciando invariata l'eccentricità e; è evidente che le formole (1) (2) e (3) varranno ugualmente per questo nuovo Ellissoide; e se si suppone in questo $e=0$ lasciando però invariato il raggio equatoriale precedentemente modificato, ci ridurremo sopra una sfera di raggio N_1; così il termine W_1 della (1) diverrà l'unità, il coefficiente $1+\delta$ diverrà pure l'unità, e tanto in essa come nelle (2) e (3) spariranno i termini nei quali comparisce δ, mentre le u e v rimarranno ancora le (4) perchè il coefficiente $\frac{W_1}{a_0}$, facendo $e=0$, in W_1, ritorna quello che era prima della variazione fatta subire ad a_0. — Le (1), (2) e (3) ci danno dunque le differenze di latitudine, di longitudine e di azimut su questa sfera corrispondenti ai medesimi dati del problema; contrassegnando queste differenze col simbolo $[\ ]_s$ esse saranno

$$(5) \cdots [B_2 - B_1]_s = -\rho'' \left\{ \begin{array}{l} u + \frac{1}{2} tv^2 - \frac{1}{6}(1+3t^2)uv^2 + \frac{1}{6}(2+3t^2)tu^2v^2 - \frac{1}{24}(1+3t^2)tv^4 \\ -\frac{1}{30}(2+15t^2+15t^4)u^3v^2 + \frac{1}{120}(1+30t^2+45t^4)uv^4 \\ \qquad + \text{termini di } 6^\circ \text{ ord.} \end{array} \right\}$$

$$(6)\ [L_2 - L_1]_s = \rho'' \sec B_1 \left\{ \begin{array}{l} v - tuv + \frac{1}{3}(1+3t^2)u^2v - \frac{1}{3}t^2v^3 - \frac{1}{3}(2+3t^2)tu^3v \\ + \frac{1}{3}(1+3t^2)tuv^3 + \frac{1}{15}(1+3t^2)t^2v^5 + \frac{1}{15}(2+15t^2+15t^4)u^4v \\ -\frac{1}{15}(1+20t^2+30t^4)u^2v^3 + \text{termini di } 6^\circ \text{ ord.} \end{array} \right\}$$

$$(7)\ [\alpha_{2.1} - \alpha_{1.2} - 180^\circ]_s = -\rho'' \left\{ \begin{array}{l} tv - \frac{1}{2}(1+2t^2)uv - \frac{1}{6}(1+2t^2)tv^3 + \frac{1}{6}(5+6t^2)tu^2v \\ -\frac{1}{24}(5+28t^2+24t^4)u^3v + \frac{1}{24}(1+20t^2+24t^4)uv^3 \\ +\frac{1}{120}(61+180t^2+120t^4)tu^4v \\ -\frac{1}{120}(58+280t^2+240t^4)tu^2v^3 \\ +\frac{1}{120}(1+20t^2+24t^4)tv^5 + \text{termini di } 6^\circ \text{ ord.} \end{array} \right\}$$

ed il paragone di queste colle (1), (2) e (3) ci dà

$$(8) \qquad B_2 = B_1 + \rho'' W_1^2(1+\delta)[B_2 - B_1]_s - \frac{3}{4}\rho'' W_1^2\delta(1+\delta)\operatorname{sen}2B_1 u^2$$

$$+\frac{1}{2}\rho'' W_1^2\delta(1+\delta)\cos 2B_1 u^3 + \frac{1}{6}\rho'' W_1^2\delta(1+\delta)(5\cos 2B_1 - 4)uv^2 + \text{termini di } 6^\circ \text{ ord.}$$

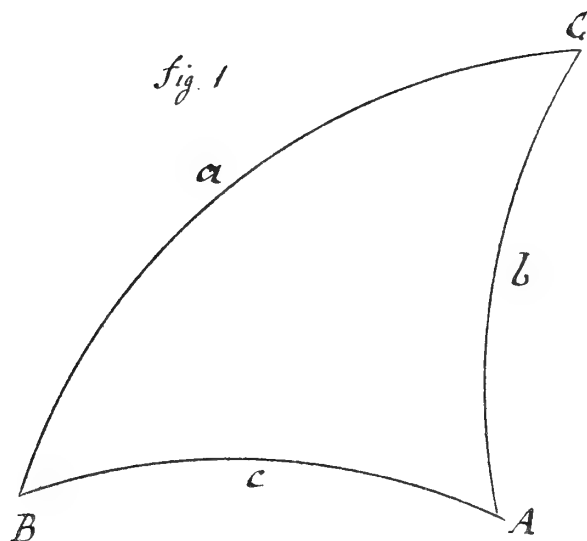
$$(9) \quad L_2 = L_1 + [L_2 - L_1]_s + \frac{1}{3}\rho''\delta\cos B_1 u^2 v + \text{termini di } 6^\circ \text{ ord.}$$

$$(10)\ \alpha_{2.1} = \alpha_{1.2} + 180^\circ + [\alpha_{2.1} - \alpha_{1.2} - 180^\circ]_s + \frac{1}{2}\rho''\delta\cos^2 B_1 uv - \frac{1}{12}\rho''\delta\operatorname{sen}2B_1(u^2 - v^2)v$$

$$+ \text{termini di } 6^\circ \text{ ord.}$$

Si vede dunque che i valori ellissoidici cercati si ottengono aggiungendo a quelli sferici risultanti dalla semplice risoluzione di un triangolo sferico (la quale sostituisce, con evidente grande economia, il calcolo dei secondi membri delle (5), (6) e (7)), piccoli termini correttivi che, come vedremo fra poco, si calcolano molto facilmente con brevi calcoli a poche cifre logaritmiche ajutati da una tavola numerica.

Indicando dunque A B e C (fig. 1) i vertici del triangolo sferico sulla sfera di raggio

$$N_1 = \frac{a_0}{\sqrt{1 - e^2 \operatorname{sen}^2 B_1}}$$

e di cui sono dati gli elementi

(11) $a = 90 - B_1$

(12) $c = s$

(13) $B = \alpha_{1.2} - 180°$ (sarà invece $180° - \alpha_{1.2}$ se il punto A trovasidall'altra parte di BC)

risolveremo le formole sferiche

$$(14) \begin{cases} \operatorname{tang}\frac{1}{2}(A-C) = \dfrac{\operatorname{sen}\frac{1}{2}(a-c)}{\operatorname{sen}\frac{1}{2}(a+c)}\operatorname{cotg}\frac{1}{2}B \\ \operatorname{tang}\frac{1}{2}(A+C) = \dfrac{\cos\frac{1}{2}(a-c)}{\cos\frac{1}{2}(a+c)}\operatorname{cotg}\frac{1}{2}B \end{cases}$$

e, ottenuti A e C, calcoleremo il lato

(15) $b = [90 - B_2]_s = 90° - [B_2]_s$

mediante la formola del seno

$$\operatorname{sen} b = \operatorname{sen} a \frac{\operatorname{sen} B}{\operatorname{sen} A}.$$

Ottenuto b, si passa a $[B_2]_s$ mediante la (15); e sottraendo da questo B_1, si avrà $[B_2 - B_1]_s$ che dovremo moltiplicare per

$$(16)\quad W_1^2(1+\delta) = (1-e^2\operatorname{sen}^2 B_1)\left(1+\frac{e^2}{1-e^2}\right) = \left(\frac{1-e^2+e^2\cos^2 B_1}{1-e^2}\right) = 1+\delta\cos^2 B_1$$

oppure, indicando con n'' il numero di secondi di arco contenuti in $[B_2 - B_1]_s$, aggiungere ad n'' la quantità $n''\delta\cos^2 B_1$, ed avremo così il secondo termine del secondo membro della (8) al quale dovremo poi aggiungere i tre termini di correzione contenenti esplicita-

mente δ. — Per la longitudine non vi è da aggiungere che un solo termine e per l'azimut due; dimodochè, avuto riguardo alle (4), se poniamo

$$(17)\quad \begin{cases} k_1 = -\frac{3}{4}\rho'' \frac{\delta(1+\delta)}{a_0^2} W_1^4 \operatorname{sen} 2B_1 \\ k_2 = \frac{1}{2}\rho'' \frac{\delta(1+\delta)}{a_0^3} W_1^5 \cos 2B_1 \\ k_3 = \frac{1}{6}\rho'' \frac{\delta(1+\delta)}{a_0^3} W_1^5 (5\cos 2B_1 - 4) \\ k_4 = \frac{1}{3}\rho'' \frac{\delta W_1^3}{a_0^3} \cos B_1 \\ k_5 = \frac{1}{2}\rho'' \frac{\delta W_1^2}{a_0^2} \cos^2 B_1 \\ k_6 = -\frac{1}{12}\rho'' \frac{\delta W_1^3}{a_0^3} \operatorname{sen} 2B_1 \end{cases}$$

e osservando che

$$(18)\quad \begin{cases} [B_2 - B_1]_s = 90 - b - B_1 \\ [L_2 - L_1]_s = -C \\ [\alpha_{2.1}]_s = 180^\circ - A \end{cases}$$

(sarebbe uguale a $+C$ se il punto A si trovasse dall'altra parte di BC)

le formole definitive si possono scrivere (sempre avuto riguardo alle (4))

$$(19)\quad B_2 = B_1 + \rho W_1^2(1+\delta)[90^\circ - b - B_1]_s + k_1 s^2 \cos^2\alpha_{1.2} + k_2 s^3 \cos^3\alpha_{1.2} + k_3 s^3 \operatorname{sen}^2\alpha_{1.2}\cos\alpha_{1.2} + \text{termini di } 6^\circ \text{ ord.}$$

$$(20)\quad L_2 = L_1 - C + k_4 s^3 \cos^2\alpha_{1.2} \operatorname{sen}\alpha_{1.2} + \text{termini di } 6^\circ \text{ ord.}$$

$$(21)\quad \alpha_2 = 180^\circ - A + k_5 s^2 \operatorname{sen}\alpha_{1.2}\cos\alpha_{1.2} + k_6 s^3 \cos 2\alpha_{1.2} \operatorname{sen}\alpha_{1.2} + \text{termini di } 6^\circ \text{ ord.}$$

e se il vertice A del triangolo sferico si trovasse dall'altra parte di BC, bisognerebbe sostituire nella (21) $180^\circ + A$ a $180^\circ - A$.

Le costanti k_1 k_2 k_3 k_4 k_5 e k_6 sono state ridotte a tavole che dànno i loro logaritmi e nelle quali si entra coll'argomento B_1; e poichè è sufficiente per quei termini di correzione, usare quattro o tre cifre decimali del logaritmo * così le tavole risultano poco estese e l'interpolazione si fa molto facilmente.

Il nostro calcolo si riduce dunque sostanzialmente alla risoluzione, di un triangolo sferico, risoluzione che dovrà essere eseguita con accuratezza adoperando 8 cifre decimali del logaritmo **, cosa del resto che occorrerebbe fare anche nel calcolo delle (1) (2) e (3), giacchè i primi termini di esse possono raggiungere un numero di secondi

---

* Nella tavola annessa sono state tenute, per maggiore scrupolo, 5 e 4 decimali rispettivamente.

** Nell'esempio riportato, trattandosi di cimentare la precisione delle formole, sono state tenute 10 cifre decimali.

tale da reclamare appunto l'uso della 8ª decimale per garantire le frazioni di secondo di cui si deve tener conto.

Il risultato, come si vede, nell'esempio riportato concorda *identicamente* coi valori *esatti* dati da Helmert e ottenuti per altra via con metodo rigoroso, dai quali invece differiscono di qualche centesimo di secondo i valori ottenuti da Helmert col calcolo delle (1), (2) e (3); dimodochè si può dire che, fino a lunghezza di arco di oltre 500 chilometri, il metodo esposto può ritenersi praticamente esatto mentre riesce in pari tempo tutt'altro che faticoso; giacchè la parte di esso che richiede una certa accuratezza si riduce a quella relativa alla risoluzione del triangolo sferico, mentre il calcolo delle correzioni è semplicissimo e spedito.

Se, come si pratica generalmente in Italia, gli azimut vengono contati da Nord verso Est e le longitudini da Ovest verso Est, cambiano i segni dei termini di ordini dispari rispetto ad s nelle correzioni relative alla latitudine e all'azimut; bisognerà perciò prendere col segno invertito le costanti k_2 k_3 k_6 della tavola annessa.

Bologna, 12 Marzo 1916.

a

c

B

s

M, Lat. B,

valori delle equazioni (17).

Diff. per 1′	Log k_4	Diff. per 1′	Log k_5	Diff per 1′	Log k_6	Diff. per 1′
	2.1626 — 20		9.05720 — 20		1.6202 — 20	
+ 5.0	2.1599	— 0.9	9.05182	— 18.0	1.6228	+ 0.9
+ 4.6	2.1571	— 0.9	9.04634	— 18.3	1.6253	+ 0 8
+ 4.6	2.1543	— 0.9	9.04076	— 18.6	1.6276	+ 0.8
+ 4.6	2.1515	— 0.9	9.03507	— 19.0	1.6299	+ 0.8
+ 4.6	2.1486	— 0.9	9.02928	— 19.3	1.6319	+ 0.7
+ 4.3	2.1457	— 0.9	9.02339	— 19.6	1.6339	+ 0.7
+ 4.3	2.1426	— 1.0	9.01739	— 20.0	1.6356	+ 0,6
+ 4.3	2.1395	— 1.0	9.01128	— 20.4	1.6373	+ 0.6
+ 4.0	2.1363	— 1.0	9.00506	— 20.5	1.6387	+ 0.5
+ 4.0	2.1331	— 1.0	8.99873	— 21.1	1.6462	+ 0.5
+ 4.0	2.1299	— 1.0	8.99229	— 21.5	1.6413	+ 0.4
+ 3.6	2.1266	— 1.0	8.98574	— 22.5	1.6425	+ 0.4
+ 3.6	2.1232	— 1.1	8.97906	— 22.4	1.6434	+ 0.3
+ 3.3	2.1198	— 1.1	8.97227	— 22.6	1.6443	+ 0.3
+ 3.3	2.1163	— 1.1	8.96536	— 23.1	1.6449	+ 0.2
+ 3.3	2.1128	— 1.1	8.95833	— 23.4	1.6456	+ 0.2
+ 3.0	2.1092	— 1.2	8.95118	— 23.8	1.6459	+ 0.2
+ 3.3	2.1055	— 1.2	8.94389	— 24.3	1.6463	+ 0.2
+ 3.0	2.1018	— 1.2	8.93648	— 24.7	1.6464	+ 0.1
+ 3.3	2.0980	— 1.2	8.92895	— 25.1	1.6464	+ 0.0
+ 3.0	2.0941	— 1.3	8.92127	— 25.6	1.6463	0.0
+ 3.0	2.0902	— 1.3	8.91347	— 26.0	1.6461	— 0.0
+ 3.0	2.0862	— 1.3	8.90552	— 26.5	1.6457	— 0.1
+ 3.0	2.0821	— 1.3	8.89744	— 26.9	1.6452	— 0.1
+ 3.0	2.0780	— 1.3	8.88921	— 27.4	1.6445	— 0.2
+ 2.7	2.0738	— 1.3	8.88084	— 27.6	1.6438	— 0 2
+ 2.7	2.0695	— 1.4	8.87233	— 28.4	1.6428	— 0.3
+ 2.7	2.0651	— 1.4	8.86366	— 28.9	1.6419	— 0.3
+ 2.7	2.0607	— 1.4	8.85484	— 29.4	1.6407	— 0.4
+ 2.7	2.0562	— 1.4	8.84586	— 29.4	1.6394	— 0.4
+ 2.3		— 1.5				

90

$[B_2 - B_1]_s = 90 - b$

$\log \delta$ = 7.827

$\log n''$ = 3.899

$2 \log \cos B_1$ = 9.568

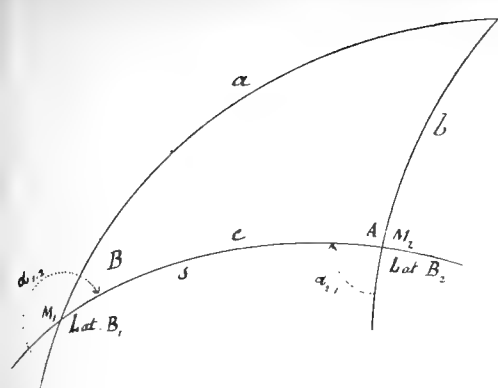
log corr. = 1.295

$\log k_1$ = 9.391

$2 \log s$ = 11.448

$2 \log \cos \alpha_{1 \cdot 2}$ = 9.409

log corr. = 0.249

C (Polo)
a
b
c
A
M_2
B
s
α_1
Lat B_2
M_1
Lat. B_1

Dati $\begin{cases} B_1 = 52°.30'.16''.700 \text{ (Berlino)} \\ \alpha_{1\cdot 2} = 239.33.00.689 \\ s = 529979^m.58 \end{cases}$

$\log N_1 = \log \dfrac{a_0}{W_1} = 6.8055577.457$

$90° - B_1 = a = 37°.29'.43''.300$

$s'' = c = 4.45.05.137$

$a - c = 32.44.38.163$

$a + c = 42.14.48.437$

$\frac{1}{2}(a - c) = 16.22.19.081$

$\frac{1}{2}(a + c) = 21.07.24.218$

$\alpha_{1\cdot 2} = 239.33.00.689$

$180.00.00.000$

$B = 59.33.00.689$

$\frac{1}{2}B = 29.46.30.344$

$\log s = 5.7242591.367$

$\text{clog}\, N_1 = 3.1944422.843 - 10$

$\text{clog sen}\, 1'' = 5.3144251.332$

$\log s'' = 4.2331265.542$

$s'' = 17105''.137$

$= 4°.45'.05''.137$

$\log \text{sen}\, a = 9.7844012.998 - 10$

$\log \text{sen}\, B = 9.9355442.629 - 10$

$\text{clog sen}\, A = 0.0417790.969$

$\log \text{sen}\, b = 9.7617246.596 - 10$

$b = 35°.17'.27''.659$

$90.00.00.000$

$90 - b = 54.42.32.341$

$B_1 = 52.30.16.700$

$[B_2 - B_1]_r = 90 - b - B_1 = 2.12.15.641 = n'' = 7935''.641$

$\log \text{sen}\, \frac{1}{2}(a - c) = 9.4500020.300 - 10$

$\text{clog sen}\, \frac{1}{2}(a + c) = 0.4432420.867$

$\log \text{cotg}\, \frac{1}{2}B = 0.2425065.599$

$\log \text{tg}\, \frac{1}{2}(A - C) = 0.1358006.766$

$\frac{1}{2}(A - C) = 53.48.55.704$

$\log \cos \frac{1}{2}(a - c) = 9.9820232.528 - 10$

$\text{clog cos}\, \frac{1}{2}(a + c) = 5.0302084.502$

$\log \text{cotg}\, \frac{1}{2}B = 0.2425065.599$

$\log \text{tg}\, \frac{1}{2}(A + C) = 0.2547382.629$

$\frac{1}{2}(A + C) = 60.54.55.673$

$A = 114.43.51.377$

$C = 7.05.59.969$

$180.00.00.000$

$A = 114.43.51.377$

$180 - A = 65.16.08.623$

$C = -7°.05'.59''.969$

$\log \delta = 7.82731 - 10$

$\log n'' = 3.89958$

$2 \log \cos B_1 = 9.56880 - 10$

$\log \text{corr.} = 1.29569 - 10 \;\ldots\; + 19.756$

$\log k_1 = 9.39171_n - 20$

$2 \log s = 11.44852$

$2 \log \cos \alpha_{1\cdot 2} = 9.40964 - 10$

$\log \text{corr.} = 0.24987_n \;\ldots\; - 1.777$

$\log k_2 = 1.8383_n - 20$

$2 \log s = 17.1728$

$3 \log \cos \alpha_{1\cdot 2} = 9.1145_n - 10$

$\log \text{corr} = 8.1256_n - 10 \;\ldots\; + 0.013$

$\log k_3 = 2.6718_n - 20$

$3 \log s = 17.1728$

$2 \log \text{sen}\, \alpha_{1\cdot 2} = 9.8711 - 10$

$\log \cos \alpha_{1\cdot 2} = 9.7048_n - 10$

$\log \text{corr.} = 9.4205_n - 10 \;\ldots\; + 0.263$

$B_2 - B_1 = 2.12.33.896$

$B_1 = 52.30.16.700$

$B_2 = 54.42.50.596$

$\log k_4 = 2.0324 - 20$

$3 \log s = 17.1728$

$2 \log \cos \alpha_{1\cdot 2} = 9.4096 - 10$

$\log \text{sen}\, \alpha_{1\cdot 2} = 9.8711_n - 10$

$\log \text{corr.} = 8.4859_n - 10 \;\ldots\; - 0.031$

$L_2 - L_1 = -7.06.00.000$

$\log k_5 = 8.79841 - 20$

$2 \log s = 11.44852$

$\log \text{sen}\, \alpha_{1\cdot 2} = 9.93554_n - 10$

$\log \cos \alpha_{1\cdot 2} = 9.70482_n - 10$

$\log \text{corr.} = 9.88729 - 10 \;\ldots\; + 0.771$

$\log k_6 = 1.6307_n - 20$

$3 \log s = 17.1729$

$\log \cos 2\alpha_{1\cdot 2} = 9.6869_n - 10$

$\log \text{sen}\, \alpha_{1\cdot 2} = 9.9355_n - 10$

$\log \text{corr.} = 8.4260 - 10 \;\ldots\; - 0.027$

$\alpha_{2\cdot 1} = 65.16.09.367$

Valori esatti **50. 60** **00.000** **09. 37**

Tavola ausiliaria pei valori delle equazioni (17).

Latit. B	Log k_1	Diff per 1'	Log k_2	Diff. per 1'	Log k_3	Diff. per 1'	Log k_4	Diff. per 1'	Log k_5	Diff per 1'	Log k_6	Diff per 1'
35.00	$9.38150_n - 20$		$1.9613 - 20$		$2.3100_n - 20$		$2.1626 - 20$		$9.05720 - 20$		$1.6202 - 20$	
» 30	9.38414_n	+ 8.8	1.9399	− 7.2	2.3250_n	+ 5.0	2.1599	0.9	9.05182	− 18.0	1.6228	+ 0.9
36.00	9.38663_n	+ 8.3	1.9172	− 7.6	2.3401_n	+ 4.6	2.1571	− 0.9	9.04634	18.3	1.6253	+ 0.8
» 30	9.38891_n	+ 7.8	1.8931	− 8.0	2.3543_n	+ 4.6	2.1543	− 0.9	9.04076	18.6	1.6276	+ 0.8
37.00	9.39117_n	+ 7.3	1.8674	− 8.6	2.3685_n	+ 4.6	2.1515	− 0.9	9.03507	19.0	1.6299	+ 0.8
» 30	9.39321_n	+ 6.8	1.8400	− 9.4	2.3820_n	+ 4.6	2.1486	− 0.9	9.02928	19.3	1.6319	+ 0.7
38.00	9.39513_n	+ 6.4	1.8106	− 9.8	2.3955_n	+ 4.5	2.1457	− 0.9	9.02339	− 19.6	1.6339	+ 0.7
» 30	9.39691_n	+ 5.9	1.7790	− 10.3	2.4083_n	+ 4.3	2.1426	− 1.0	9.01739	− 20.0	1.6356	+ 0.6
39.00	9.39853_n	+ 5.4	1.7447	− 11.4	2.4211_n	+ 4.3	2.1395	− 1.0	9.01128	20.4	1.6373	+ 0.6
» 30	9.40002_n	+ 5.0	1.7073	− 12.4	2.4332_n	+ 4.0	2.1363	− 1.0	9.00506	− 20.5	1.6387	+ 0.5
40.00	9.40138_n	+ 4.5	1.6664	− 13.7	2.4454_n	+ 4.0	2.1331	− 1.0	8.99873	− 21.1	1.6402	+ 0.5
» 30	9.40261_n	+ 4.4	1.6210	− 15.1	2.4569_n	+ 4.0	2.1299	1.0	8.99229	− 21.5	1.6413	+ 0.4
41.00	9.40368_n	+ 3.6	1.5701	− 16.9	2.4685_n	+ 3.6	2.1266	− 1.0	8.98574	− 22.5	1.6425	+ 0.4
» 30	9.40462_n	+ 3.1	1.5124	− 19.2	2.4795_n	+ 3.6	2.1232	− 1.1	8.97906	− 22.4	1.6434	+ 0.3
42.00	9.40544_n	+ 2.7	1.4457	− 22.2	2.4905_n	+ 3.3	2.1198	1.1	8.97227	− 22.6	1.6443	+ 0.3
» 30	9.40613_n	+ 2.3	1.3667	− 26.3	2.5011_n	+ 3.3	2.1163	1.1	8.96536	− 23.1	1.6449	+ 0.2
43.00	9.40667_n	+ 1.3	1.2699	32.2	2.5116_n	+ 3.3	2.1128	− 1.1	8.95833	23.4	1.6456	+ 0.2
» 30	9.40707_n	+ 1.3	1.1450	− 41.6	2.5217_n	+ 3.0	2.1092	− 1.2	8.95118	− 23.8	1.6459	+ 0.2
44.00	9.40736_n	+ 1.0	0.9690	− 58.7	2.5318_n	+ 3.4	2.1055	− 1.2	8.94389	− 24.3	1.6463	+ 0.2
» 30	9.40752_n	+ 0.5	0.6680	− 100.3	2.5414_n	+ 3.0	2.1018	− 1.2	8.93648	− 24.7	1.6464	+ 0.1
45.00	9.40752_n	0.0	$-\infty$		2.5510_n	+ 3.3	2.0980	− 1.2	8.92895	− 25.1	1.6464	+ 0.0
» 30	9.40740_n	0.5	0.6678_n		2.5602_n	+ 3.0	2.0941	− 1.3	8.92127	25.6	1.6463	0.0
46.00	9.40716_n	− 0.8	0.9687_n	+ 100.3	2.5694_n	+ 3.0	2.0902	− 1.3	8.91347	− 26.0	1.6461	0.0
» 30	9.40679_n	− 1.2	1.1447_n	+ 58.7	2.5782_n	+ 3.0	2.0862	− 1.3	8.90552	− 26.5	1.6457	− 0.1
47.00	9.40626_n	− 1.8	1.2694_n	+ 41.6	2.5871_n	+ 3.0	2.0824	− 1.3	8.89744	− 26.9	1.6452	− 0.1
» 30	9.40561_n	2.2	1.3660_n	+ 32.2	2.5955_n	+ 3.0	2.0780	− 1.3	8.88921	− 27.4	1.6445	0.2
48.00	9.40483_n	− 2.6	1.4449_n	+ 26.3	2.6039_n	+ 2.7	2.0738	− 1.3	8.88084	− 27.6	1.6438	0.2
» 30	9.40394_n	− 3.0	1.5115_n	+ 22.2	2.6120_n	+ 2.7	2.0695	1.4	8.87233	− 28.4	1.6428	0.3
49.00	9.40287_n	− 3.6	1.5691_n	+ 19.2	2.6201_n	+ 2.7	2.0651	− 1.4	8.86366	− 28.9	1.6419	− 0.3
» 30	9.40169_n	3.9	1.6198_n	+ 16.9	2.6279_n	+ 2.7	2.0607	− 1.4	8.85484	− 29.4	1.6407	− 0.4
50.00	9.40037_n	− 4.4	1.6651_n	+ 15.4	2.6357_n	+ 2.7	2.0562	1.4	8.84586	− 29.4	1.6394	0.4
» 30	9.39894_n	− 4.8	1.7060_n	+ 13.7	2.6431_n	+ 2.3	2.0516	− 1.5	8.83672	− 30.5	1.6379	− 0.5
51.00	9.39732_n	− 5.4	1.7432_n	+ 12.4	2.6506_n	+ 2.3	2.0469	− 1.5	8.82742	− 31.0	1.6364	− 0.5
» 30	9.39559_n	− 5.8	1.7773_n	+ 11.4	2.6577_n	+ 2.3	2.0421	− 1.6	8.81795	− 31.6	1.6346	0.6
52.00	9.39272_n	− 6.2	1.8089_n	+ 10.5	2.6649_n	+ 2.3	2.0373	− 1.6	8.80831	− 32.0	1.6328	− 0.6
» 30	9.39173_n	− 6.8	1.8381_n	+ 9.8	2.6717_n	+ 2.3	2.0324	− 1.6	8.79849	32.4	1.6307	− 0.7
53.00	9.38956_n	− 7.2	1.8654_n	+ 9.1	2.6786_n	+ 2.3	2.0274	− 1.6	8.78850	33.3	1.6287	− 0.7
» 30	9.38727_n	− 7.6	1.8909_n	+ 8.6	2.6853_n	+ 2.2	2.0224	− 1.7	8.77832	33.9	1.6264	− 0.7
54.00	9.38483_n	− 8.1	1.9159_n	+ 8.3	2.6917_n	+ 2.1	2.0172	− 1.7	8.76796	− 34.5	1.6240	− 0.8

N. B. — Se gli azimut vengono contati da Nord verso Est e le longitudini da Ovest verso Est, si debbono in questa tavola invertire i segni delle costanti k_2 k_3 k_6.

CONSIDERAZIONI
sulla trasformazione delle curve a flessione costante a centro di curvatura ideale in Geometria iperbolica

NOTA

DEL

Prof. AMILCARE RAZZABONI

letta nella Sessione del 28 Maggio 1916.

È noto che se per ogni punto di una curva a flessione costante si conduce normalmente ad essa un segmento di lunghezza arbitraria, ma fissa e che sia inclinato sulla normale principale di un angolo soddisfacente ad una certa equazione differenziale del tipo di Riccati, il luogo degli estremi di quel segmento è una curva della medesima flessione costante, la quale è altresì trajettoria isogonale dei cerchi di curvatura della superficie canale, che ha per asse la curva primitiva e per raggio il segmento considerato (*).

Contenendo l'angolo surricordato una costante arbitraria, è chiaro che infinite sono le curve che si ottengono in questo modo su ognuna di tali superficie canali, dovendosi però avvertire che, mentre l'indicata costruzione è sempre reale qualora lo spazio sia ellittico od euclideo, non lo è più se lo spazio è iperbolico (di curvatura -1), quando la flessione della curva sia minor d'uno. Tuttavia sussiste ancora la proprietà che tutte le trajettorie isogonali dei cerchi di curvatura di ogni superficie canale ad asse immaginario sono curve della medesima flessione costante (< 1).

Per la dimostrazione di questa proprietà converrà dapprima esaminare il caso che l'asse della superficie sia reale, con che verremo a confermare per altra via i risultati surricordati e nel tempo stesso a renderci ragione dell'opportunità del metodo.

Partendo dunque dall'ipotesi che lo spazio sia iperbolico e che l'asse della superficie canale che si considera sia reale, riferiamo la superficie stessa ai suoi cerchi di curvatura v (geodetiche) e alle loro trajettorie ortogonali u, per modo che l'elemento lineare relativo avrà la forma

$$ds^2 = du^2 + G dv^2,$$

(*) *Sulle superficie nelle quali i circoli osculatori delle linee di curvatura di un sistema tagliano un piano fisso sotto un angolo costante,* Memorie di questa R. Accademia, Serie VII, Tomo I, p. 114.

e proponiamoci di determinare la G ponendo la condizione che una trajettoria isogonale dei cerchi v, sotto un certo angolo σ, sia a flessione costante $\frac{1}{\operatorname{tg} hb}$.

Osservando che le linee u e v sono di curvatura per la superficie, detti ρ_1 e ρ_2 i corrispondenti raggi, dovranno aver luogo le formole (Bianchi, *Lezioni di Geom. diff.* Vol I, pag. 499):

$$(1)\quad \left\{\begin{aligned} &\left(\frac{1}{\rho_1}-\frac{1}{\rho_2}\right)\frac{\partial \log\sqrt{E}}{\partial v}-\frac{\partial}{\partial v}\left(\frac{1}{\rho_2}\right)=0,\\ &\left(\frac{1}{\rho_1}-\frac{1}{\rho_2}\right)\frac{\partial \log\sqrt{G}}{\partial u}+\frac{\partial}{\partial u}\left(\frac{1}{\rho_1}\right)=0,\\ &\frac{1}{\rho_1\rho_2}=-\frac{1}{\sqrt{EG}}\left\{\frac{\partial}{\partial u}\left(\frac{1}{\sqrt{E}}\frac{\partial\sqrt{G}}{\partial u}\right)+\frac{\partial}{\partial v}\left(\frac{1}{\sqrt{G}}\frac{\partial\sqrt{E}}{\partial v}\right)\right\}+1,\end{aligned}\right.$$

che valgono per ogni superficie che sia riferita alle sue linee di curvatura. Nel caso attuale, trattandosi di una superficie canale, se ne indichiamo con a il raggio, avremo

$$(2)\qquad \frac{1}{\rho_2}=\frac{1}{\operatorname{tg} ha}=\cot ha,$$

e poichè $E=1$, la 1.ª delle (1) sarà identicamente soddisfatta; mentre la 2.ª ci dà

$$\sqrt{G}\left(\frac{1}{\rho_1}-\cot ha\right)=\varphi(v)$$

denotando $\varphi(v)$ una funzione arbitraria di v che potremo prendere eguale ad 1 cambiando il parametro; di guisa che sarà

$$(3)\qquad \frac{1}{\rho_1}=\cot ha+\frac{1}{\sqrt{G}}.$$

Se ora nella 3.ª delle (1) sostituiamo questo valore e quello di $\frac{1}{\rho_2}$ dato dalla (2), otteniamo l'equazione

$$\cot h^2 a+\frac{\cot ha}{\sqrt{G}}=-\frac{1}{\sqrt{G}}\frac{\partial^2\sqrt{G}}{\partial u^2}+1$$

o l'altra che immediatamente se ne deduce

$$\frac{\partial^2\sqrt{G}}{\partial u^2}+\frac{\sqrt{G}}{\operatorname{sen} h^2 a}+\cot ha=0$$

che è un'equazione differenziale lineare del 2.° ordine che integrata ci dà per $\sqrt{G}$ il valore

$$(4)\qquad \sqrt{G}=V\cos\left(\frac{u}{\operatorname{sen} ha}+V_1\right)-\operatorname{sen} ha\cos ha,$$

ovvero l'altro equivalente

$$(4^*) \qquad \sqrt{G} = V\cos\Omega - \operatorname{sen}ha\cos ha\,,$$

ove si è posto per semplicità

$$(5) \qquad \Omega = \frac{u}{\operatorname{sen}ha} + V_1\,,$$

essendo V e V' due funzioni arbitrarie di v.

Assoggettiamo ora la nostra superficie a soddisfare alla condizione che una sua trajettoria sotto un certo angolo costante σ dei cerchi v sia a flessione costante $\frac{1}{\operatorname{tg}hb}$: si avrà per questa curva l'equazione differenziale

$$(6) \qquad \operatorname{tang}\sigma\, du - \sqrt{G}\, dv = 0\,;$$

ma se con $\frac{1}{\rho_g}$ indichiamo la curvatura geodetica di questa linea e con $\frac{1}{r}$ la sua curvatura normale, sussisterà, come è ben noto, la relazione

$$(7) \qquad \frac{1}{\operatorname{tg}h^2b} = \frac{1}{\rho_g^2} + \frac{1}{r^2}\,,$$

e quindi sostituendo in questa a $\frac{1}{\rho_2}$, $\frac{1}{r}$ i loro valori, otterremo un'eguaglianza che dovendo essere identicamente soddisfatta, darà luogo ad altre eguaglianze che determineranno σ, non che una delle due funzioni arbitrarie V e V_1 che figurano nella (4).

A tale oggetto osserviamo che dalla (6), per mezzo della formola del Bonnet, si trae

$$\frac{1}{\rho_g} = -\frac{\operatorname{sen}\sigma}{\sqrt{G}}\frac{\partial\sqrt{G}}{\partial u}\,,$$

mentre per la formola di Eulero si ha

$$\frac{1}{r} = \frac{\cos^2\sigma}{\rho_2} + \frac{\operatorname{sen}^2\sigma}{\rho_1} = \cos^2\sigma\cot ha + \operatorname{sen}^2\sigma\left(\cot ha + \frac{1}{\sqrt{G}}\right)$$

od anche

$$\frac{1}{r} = \cot ha + \frac{\operatorname{sen}^2\sigma}{\sqrt{G}}\,;$$

di guisa che facendo nella (7) le corrispondenti sostituzioni, otterremo

$$\frac{1}{\operatorname{tg}h^2b} = \frac{\operatorname{sen}^2\sigma\left(\frac{\partial\sqrt{G}}{\partial u}\right)^2 + (\cot ha\sqrt{G} + \operatorname{sen}^2\sigma)^2}{G}$$

ovvero per la (4*)

$$\frac{1}{\operatorname{tg}h^2 b} = \frac{\operatorname{sen}^2\sigma \dfrac{V^2 \operatorname{sen}^2\Omega}{\operatorname{sen}h^2 a} + (V \cot h a \cos\Omega - \cos h^2 a + \operatorname{sen}^2\sigma)^2}{(V\cos\Omega - \operatorname{sen} h a \cos h a)^2}$$

e infine

$$\frac{\operatorname{sen}^2\sigma \operatorname{tg} h^2 b\, V^2 \operatorname{sen}^2\Omega}{\operatorname{sen}h^2 a} + \operatorname{tg}h^2 b\,(V \cot h a \cos\Omega - \cos h^2 a + \operatorname{sen}^2\sigma)^2 = (V\cos\Omega - \operatorname{sen} h a \cos h a)^2$$

che è l'identità che trattavasi di determinare e nella quale Ω ha il valore (5).

Ordinando l'identità stessa rispetto a $\cos\Omega$, otteniamo

$$V^2\left(\cot h^2 a \operatorname{tg} h^2 b - \operatorname{tg} h^2 b \frac{\operatorname{sen}^2\sigma}{\operatorname{sen}h^2 a} - 1\right)\cos^2\Omega + 2\left\{\cot h a \operatorname{tg} h^2 b\,(\operatorname{sen}^2\sigma - \cos h^2 a) + \right.$$

$$\left. + \operatorname{sen} h a \cos h a\right\} V\cos\Omega + \operatorname{tg}h^2 b\,(\operatorname{sen}^2\sigma - \cos h^2 a)^2 + \operatorname{tg} h^2 b \frac{\operatorname{sen}^2\sigma}{\operatorname{sen}h^2 a} V^2 - \operatorname{sen}h^2 a \cos h^2 a = 0$$

e dovendo essa valere qualunque sia Ω, si scinderà nelle tre

$$(8)\qquad \begin{cases} \cot h^2 a \operatorname{tg} h^2 b - \operatorname{tg} h^2 b \dfrac{\operatorname{sen}^2\sigma}{\operatorname{sen}h^2 a} - 1 = 0\,, \\ \cot h a \operatorname{tg} h^2 b\,(\operatorname{sen}^2\sigma - \cos h^2 a) + \operatorname{sen} h a \cos h a = 0, \\ \operatorname{tg} h^2 b\,(\operatorname{sen}^2\sigma - \cos h^2 a)^2 + \operatorname{tg} h^2 b \dfrac{\operatorname{sen}^2\sigma}{\operatorname{sen}h^2 a} V^2 - \operatorname{sen}h^2 a \cos h^2 a = 0, \end{cases}$$

di cui le prime due si semplificano subito nell'unica:

$$\operatorname{tg} h^2 b\,(\cos h^2 a - \operatorname{sen}^2\sigma) = \operatorname{sen}h^2 a\,;$$

ma se si osserva che

$$\cos h^2 a - \operatorname{sen}^2\sigma = 1 + \operatorname{sen}h^2 a - \operatorname{sen}^2\sigma = \operatorname{sen}h^2 a + \cos^2\sigma\,,$$

sostituendo nella precedente, avremo

$$\operatorname{tg} h^2 b\,(\operatorname{sen}h^2 a + \cos^2\sigma) = \operatorname{sen}h^2 a$$

od anche

$$\operatorname{sen}h^2 b\,(\operatorname{sen}h^2 a + \cos^2\sigma) = \operatorname{sen}h^2 a \cos h^2 b\,,$$

indi

$$\operatorname{sen}h^2 b \cos^2\sigma = \operatorname{sen}h^2 a \cos h^2 b - \operatorname{sen}h^2 a \operatorname{sen}h^2 b = \operatorname{sen}h^2 a\,(\cos h^2 b - \operatorname{sen}h^2 b) = \operatorname{sen}h^2 a$$

e infine

$$(9)\qquad \operatorname{sen}hb\cos\sigma = \operatorname{sen}ha$$

che è la nota relazione caratteristica per tale trasformazione (*).

(*) *Sulla trasformazione delle curve a flessione costante*, Memorie di questa R. Accademia, Serie VII, Tomo II, p. 345.

Quanto alla 3.ª delle (8), essa dà per V un valore costante che determiniamo sotto forma più semplice eliminando dapprima σ tra essa e la (9), con che si ha

$$\mathrm{tg}h^2 b\left(1-\frac{\mathrm{sen}h^2 a}{\mathrm{sen}h^2 b}-\cos h^2 a\right)^2+\frac{\mathrm{tg}h^2 b}{\mathrm{sen}h^2 a}\left(1-\frac{\mathrm{sen}h^2 a}{\mathrm{sen}h^2 b}\right)V^2-\mathrm{sen}h^2 a\cos h^2 a=0$$

ovvero

$$\mathrm{tg}h^2 b\left(\frac{1}{\mathrm{sen}h^2 a}-\frac{1}{\mathrm{sen}h^2 b}\right)V^2=\mathrm{sen}h^2 a\cos h^2 a-\mathrm{tg}h^2 b\left(\mathrm{sen}h^2 a+\frac{\mathrm{sen}h^2 a}{\mathrm{sen}h^2 b}\right)^2$$

eguaglianza che si semplifica ulteriormente nella

$$\mathrm{tg}h^2 b\,(\mathrm{sen}h^2 b-\mathrm{sen}h^2 a)\,V^2=\mathrm{sen}h^4 a\,(\cos h^2 a\,\mathrm{sen}h^2 b-\mathrm{sen}h^2 a\cos h^2 b)\,;$$

ma

$$\cos h^2 a\,\mathrm{sen}h^2 b-\mathrm{sen}h^2 a\cos h^2 b=(1+\mathrm{sen}h^2 a)\,\mathrm{sen}h^2 b-\mathrm{sen}h^2 a\,(1+\mathrm{sen}h^2 b)=$$

$$=\mathrm{sen}h^2 b-\mathrm{sen}h^2 a\,,$$

sicchè sostituendo si avrà

$$\mathrm{tg}h^2 b\,.\,V^2=\mathrm{sen}h^4 a\,,$$

da cui

$$V=\frac{\mathrm{sen}h^2 a}{\mathrm{tg}hb}\,.$$

Determinata così la V ed osservata la (4), avremo corrispondentemente per $\sqrt{G}$ il valore

$$\sqrt{G}=\frac{\mathrm{sen}h^2 a}{\mathrm{tg}hb}\cos\left(\frac{u}{\mathrm{sen}ha}+V_1\right)-\mathrm{sen}ha\cos ha$$

in cui figura una funzione arbitraria (la V_1) come è naturale; giacchè dovendo l'asse della superficie essere una curva soltanto a flessione costante, si può prendere ad arbitrio la torsione.

Seguendo lo stesso procedimento, passiamo ora a considerare il caso che l'asse della superficie sia immaginario, supposto sempre lo spazio iperbolico.

La superficie in questione ce la possiamo rappresentare come caratterizzata dalla proprietà di avere un sistema di linee di curvatura formato da geodetiche della medesima flessione costante (minor d'uno). Allora, indicando con v il relativo parametro e con u quello delle trajettorie ortogonali, avremo pel quadrato dell'elemento lineare della superficie la solita espressione

$$ds^2=du^2+Gdv^2$$

ove anche qui determineremo G ponendo la condizione che le trajettorie isogonali dei cerchi v siano curve della stessa flessione costante (<1).

Essendo $\frac{1}{\rho_2}<1$, potremo porre

$$\frac{1}{\rho_2}=\mathrm{tg}ha \qquad (a=\mathrm{cost.}^{\mathrm{e}})$$

e quindi, come precedentemente, dalla 2.ª delle (1) seguirà

$$\frac{1}{\rho_1} = \mathrm{tg}ha + \frac{1}{\sqrt{G}};$$

mentre troveremo per $\sqrt{G}$ l'equazione differenziale

$$\frac{\partial^2 \sqrt{G}}{\partial u^2} - \frac{\sqrt{G} - \mathrm{sen}ha \cos ha}{\cos h^2 a} = 0,$$

da cui, integrando,

$$\sqrt{G} = V \cos h \frac{u}{\cos ha} + V_1 \mathrm{sen}h \frac{u}{\cos ha} + \mathrm{sen}ha \cos ha, \tag{10}$$

con V, V_1 funzioni arbitrarie di v.

Procedendo sempre come superiormente, conducendo cioè una trajettoria isogonale sotto l'angolo σ delle v, che ora supponiamo a flessione costante < 1, e il cui valore potremo perciò indicare con $\mathrm{tg}hb$, avremo da verificare, anzi che la (7), la relazione

$$\mathrm{tg}h^2 b = \frac{1}{\rho_g^2} + \frac{1}{r^2}$$

o l'equivalente che immediatamente se ne deduce, sostituendo a $\frac{1}{\rho_g}$, $\frac{1}{r}$ i loro valori,

$$\mathrm{tg}h^2 b = \frac{\mathrm{sen}^2\sigma}{G}\left(\frac{\partial\sqrt{G}}{\partial u}\right)^2 + \left(\mathrm{tg}ha + \frac{\mathrm{sen}^2\sigma}{\sqrt{G}}\right)^2 = \frac{\mathrm{sen}^2\sigma\left(\frac{\partial\sqrt{G}}{\partial u}\right)^2 + (\mathrm{tg}ha\sqrt{G} + \mathrm{sen}^2\sigma)^2}{G}.$$

Questa, alla sua volta per la (10), dà luogo all'altra

$$\mathrm{tg}h^2 b\,(V\cos hU + V_1 \mathrm{sen}hU + \mathrm{sen}ha\cos ha)^2 = \frac{\mathrm{sen}^2\sigma}{\cos h^2 a}(V\mathrm{sen}hU + V_1\cos hU)^2 +$$
$$+ \left[\mathrm{tg}ha\,(V\cos hU + V_1\mathrm{sen}hU) + \mathrm{sen}h^2 a + \mathrm{sen}^2\sigma\right]^2$$

ove si è posto

$$U = \frac{u}{\cos ha},$$

ovvero, sviluppando,

$$\mathrm{tg}h^2 b\left[(V\cos hU + V_1\mathrm{sen}hU) + 2\mathrm{sen}ha\cos ha\,(V\cos hU + V_1\mathrm{sen}ha) + \mathrm{sen}h^2 a\cos h^2 a\right] =$$
$$= \frac{\mathrm{sen}^2\sigma}{\cos h^2 a}(V\mathrm{sen}hU + V_1\cos hU)^2 + \mathrm{tg}h^2 a\,(V\cos hU + V_1\mathrm{sen}hU^2) +$$
$$+ 2\,\mathrm{tg}ha\,(\mathrm{sen}h^2 a + \mathrm{sen}^2\sigma)(V\cos hU + V_1\mathrm{sen}hU) + (\mathrm{sen}h^2 a + \mathrm{sen}^2\sigma)^2$$

o finalmente, ordinando rispetto a $\cos hU$, $\mathrm{sen}hU$,

$$\left(\mathrm{tg}h^2 b\,.\,V^2 - \frac{\mathrm{sen}^2\sigma}{\cos h^2}V_1 - \mathrm{tg}h^2 a V^2\right)\cos h^2 U + 2\left(\mathrm{tg}h^2 b - \frac{\mathrm{sen}^2\sigma}{\cos h^2 a} - \mathrm{tg}h^2 a\right)VV_1\mathrm{sen}hU\cos hU +$$
$$+ \left(\mathrm{tg}h^2 b\,.\,V_1^2 - \frac{\mathrm{sen}^2\sigma}{\cos h^2 a}V^2 - \mathrm{tg}h^2 a V_1^2\right)\mathrm{sen}h^2 U + 2\left[\mathrm{sen}h^2 a\cos ha\,\mathrm{tg}h^2 b -\right.$$
$$\left. - \mathrm{tg}ha(\mathrm{sen}h^2 a + \mathrm{sen}^2\sigma)\right]V\cos hU + 2\left[\mathrm{sen}ha\cos ha\,\mathrm{tg}h^2 b - \mathrm{tg}ha(\mathrm{sen}h^2 a + \mathrm{sen}^2\sigma)\right]V_1\mathrm{sen}hU +$$
$$+ \left[\mathrm{sen}h^2 a\cos h^2 a\,\mathrm{tg}h^2 b - (\mathrm{sen}h^2 a + \mathrm{sen}^2\sigma)^2\right] = 0\,.$$

Dovendo questa eguaglianza ridursi all' identità

$$\cosh^2 U - \operatorname{senh}^2 U = 1 ,$$

dovranno sussistere le altre

$$(11) \qquad \operatorname{tgh}^2 b \,.\, V^2 - \frac{\operatorname{sen}^2\sigma}{\cosh^2 a} V_1^2 - \operatorname{tgh}^2 a\, V^2 = \operatorname{tgh}^2 a\, V_1^2 + \frac{\operatorname{sen}^2\sigma}{\cosh^2 a} V^2 - \operatorname{tgh}^2 b\, V_1^2 =$$
$$= (\operatorname{senh}^2 a + \operatorname{sen}^2\sigma)^2 - \operatorname{senh}^2 a \cosh^2 a \operatorname{tgh}^2 b ,$$

$$(11^*) \quad \operatorname{tgh}^2 b - \frac{\operatorname{sen}^2\sigma}{\cosh^2 a} - \operatorname{tgh}^2 a = 0 , \quad \operatorname{sen}hha \cosh a \operatorname{tgh}^2 b - \operatorname{tgh} a (\operatorname{senh}^2 a + \operatorname{sen}^2\sigma) = 0$$

ma poichè queste ultime danno concordemente

$$\operatorname{tgh}^2 b = \frac{\operatorname{sen}^2\sigma + \operatorname{senh}^2 a}{\cosh^2 a} = \frac{\operatorname{sen}^2\sigma + \cosh^2 a - 1}{\cosh^2 a} = 1 - \frac{\cos^2\sigma}{\cosh^2 a}$$

od anche

$$1 - \frac{1}{\cosh^2 b} = 1 - \frac{\cos^2\sigma}{\cosh^2 a} ,$$

se ne conclude che fra a, b e σ avrà luogo la relazione

$$(12) \qquad \cosh a = \cosh b \cos\sigma$$

perfettamente analoga alla (9). Quanto alle (11), la 1.ª si semplifica subito nelle (12); mentre l'altra, eliminando tra essa e la (12) la σ, diventa

$$(\operatorname{tgh}^2 b - \operatorname{tgh}^2 a) V^2 - \left(\frac{1}{\cosh^2 a} - \frac{1}{\cosh^2 b}\right) V_1^2 = \cosh^2 a \operatorname{tgh}^2 b \, (\cosh^2 a \operatorname{tgh}^2 b - \operatorname{senh}^2 a)$$

che equivale alla

$$(\operatorname{senh}^2 b \cosh^2 a - \operatorname{senh}^2 a \cosh^2 b)\, V^2 + (\cosh^2 a - \cosh^2 b)\, V_1^2 =$$
$$= \cosh^4 a \operatorname{tgh}^2 b \, (\cosh^2 a \operatorname{senh}^2 b - \operatorname{senh}^2 a \cosh^2 b) ;$$

ma

$$\operatorname{senh}^2 b \cosh^2 a - \operatorname{senh}^2 a \cosh^2 b = \cosh^2 b - \cosh^2 a ,$$

per conseguenza la precedente si semplifica nella

$$V^2 - V_1^2 = \cosh^4 a \operatorname{tgh}^2 b$$

che è la relazione cui debbono soddisfare le due funzioni V e V_1 che entrano nell'espressione (10) di G, e che ne lascia perciò arbitraria una.

Dimostrata così l' esistenza di infinite curve a flessione costante (< 1), come trajettorie isogonali delle linee di curvatura di una medesima superficie canale, la questione è ora ridotta a realizzare una costruzione che permetta il passaggio dall' una all'altra di queste curve ; e poichè nel nostro caso l'asse della superficie è ideale, la corrispondente costruzione (reale) dovrà risultare dalla composizione di due immaginarie (coniugate).

SULLA VERTICALITÀ DELLA STADIA NELLE OPERAZIONI DI LIVELLAZIONE

MEMORIA

DEL

Prof. FRANCESCO CAVANI

letta nella Sessione del 9 Aprile 1916.

I.

Questa breve nota non è che un complemento di altre due precedenti, nelle quali ho fatto lo studio degli errori che una deviazione della stadia dalla verticale produce nella misurazione delle distanze in planimetria (1) e nella determinazione delle quote altimetriche in altimetria cogli istrumenti altimetrici a visuale libera (2).

In questa nota considero soltanto l' uso degli istrumenti a visuale obbligata alla direzione orizzontale e le operazioni che comunemente si eseguiscono con essi ed alle quali si da il nome di livellazioni.

Le operazioni di livellazione, anche eseguite nei lavori comuni di Geometria pratica o di topografia, rivestono sempre un carattere di precisione, sensibilmente maggiore di quella che si richiede negli altri lavori di altimetria ed in quelli di planimetria, e quindi debbono essere svolte con criteri e procedimenti speciali, per eliminare tutti gli errori sistematici o regolari e per ridurre al minimo gli effetti degli errori accidentali od irregolari.

Si deve sempre tenere conto di tutti gli errori strumentali e cercare di eliminarli; si debbono ricercare tutte le cause degli errori che possono verificarsi nelle operazioni di determinazione delle differenze di livello e quindi delle quote altimetriche, per poi fare uso di quei procedimenti di rilievo che per simmetria od altrimenti eliminano gli errori stessi o li riducono al minimo possibile.

Fra le operazioni di livellazione vi sono poi quelle che chiamansi di precisione, per le quali si debbono, dirò così, intensificare le regole per la eliminazione o ridu-

(1) Sulla verticalità della stadia nella misurazione delle distanze in planimetria — Atti della R. Accademia delle scienze dell' Istituto di Bologna, serie VI, tomo VIII, 1910-11.

(2) Sulla verticalita della stadia nella determinazione delle quote altimetriche. Atti della R. Accademia delle scienze dell' Istituto di Bologna. Serie VIII, tomo II, 1914-15.

zione degli errori ; regole che se non totalmente, pure in molta parte ed in modo più semplice, dovrebbero sempre applicarsi anche a quelle operazioni comuni che si suole chiamare di livellazione geometrica, o topografica.

Nella serie degli errori di cui si è fatto cenno, vi è compreso quello dovuto alla deviazione dalla linea verticale dell' asta graduata che si colloca verticalmente sui punti dei quali si debbono determinare le differenze di livello cogli istrumenti di livellazione. Per tale asta in antico servivano le così dette biffe a scopo, mentre oggi giorno, quasi esclusivamente, servono le stadie comuni, in passato chiamate biffe parlanti, poichè su di esse si leggono direttamente le *battute* di livellazione.

Lo scopo della presente nota è appunto quello di studiare l' errore che una inclinazione della stadia dalla verticale può produrre nelle battute e di conseguenza anche nella determinazione delle differenze di livello.

Lo studio di un tale errore non deve servire a determinarne il valore per fare la relativa correzione, poichè ciò evidentemente non è possibile non potendo mai sapere se ed in quale misura si verifichi all' atto pratico in ogni caso particolare, ma deve servire a far vedere il modo con cui l' errore stesso si può presentare, a farne rilevare l' importanza e la necessità di impedire che esso si verifichi.

II.

I principali Autori trattano in generale dell' errore causato dalla deviazione della stadia dalla verticale nella misurazione delle distanze in planimetria, ma in modo incompleto, come già osservai nella prima mia nota sopra citata. In minor numero sono quelli che trattano del consimile errore in altimetria nella determinazione delle differenze di livello cogli istrumenti a visuale libera e sempre in modo incompleto, come pure indicai nella seconda mia nota già citata. Minore ancora è il numero degli Autori che si occupano dello studio di cui è oggetto questa nota. Alcuni ne fanno cenno in modo superficiale, come forse può ritenersi sufficiente nella pratica. Altri prendono maggiormente in considerazione questo errore, senza però studiarne a fondo gli effetti, specialmente nei casi in cui sia collegato ad altri errori, come a quello della imperfetta orizzontalità della linea di collimazione del cannocchiale dello strumento di livellazione del quale si fa uso.

Nella prima metà del secolo scorso in cui ebbero un singolare impulso gli studi di Geometria pratica, ed in cui si può dire che ebbe origine l' indirizzo attuale degli studi stessi, i principali Autori non si occuparono dell' errore proveniente dalla deviazione della stadia dalla verticale nelle operazioni di livellazione o non diedero ad esso altro che poca importanza.

Lo Stampfer nella classica sua Guida per la livellazione, la prima edizione della quale uscì nel 1845, non si occupa di tale errore. Ne fa però cenno nella edizione

ottava (1) al paragrafo 59, dichiarando di non discutere questo ed altri errori, perchè affatto indipendenti dall' istrumento, e perchè con molta cura ed attenzione nel lavoro si possono rendere inapprezzabili.

Il Conti (2) trattando delle aste da usare in livellazione dice che la verticalità dovrebbe assicurarsi col filo a piombo, ma che però si possono mettere ad occhio poichè la deviazione non può essere che leggera e portare un errore trascurabile nei risultati.

Il De Ayala y Godoy è il primo fra gli Autori italiani che, a mia conoscenza, si sia occupato un po' diffusamente di questo errore, nel suo trattato di Topografia militare (3). Egli dichiara di ritenere che raramente l' errore dell' allontanamento dall' *a piombo* della mira potrà essere tanto considerevole da compromettere l' esattezza della livellazione, ma però ne fa vedere l' importanza con un quadro in cui espone gli errori in unità di misura del palmo di Napoli, per battute a diverse altezze sulla mira e per inclinazioni della mira stessa dalla verticale, di 1 a 4 gradi.

Il Vogler (4) spesso citato da altri autori, si occupa più specialmente della difficoltà di tenere la stadia verticale sotto l' azione del vento.

Il Baggi (5) nel suo trattato di Geometria pratica ed in una sua memoria, se ne occupa facendone rilevare l'importanza. Così pure l' Habets (6) se ne occupa dichiarando che tale errore è sensibile e lontano dal poter essere trascurato.

Pochi altri autori si occupano di questo errore e basterà citare ancora il Durand-Claye (7) ed il Lallemand (8) che studiarono l' errore stesso per averlo presente nelle operazioni della livellazione generale di alta precisione della Francia.

Il Durand-Claye nella prima parte della citata pubblicazione fa rilevare l' importanza del detto errore, che l' operatore che sta all' istrumento non può avvertire, lo calcola con una formola approssimata e suggerisce un procedimento per evitarlo, del quale fa pure cenno il Vogler dianzi citato.

---

(1) Stampfer S. — Theoretische und praktische Anleitung zum Nivelliren — Achte vermehrte Auflage bearbeitet von Dr. Ios. Ph. Herr — Wien, Carl Gerold' s Sohn, 1877.

(2) Conti Carlo — Trattato di livellazione ad uso degli Ingegneri. — Padova, Tipi del Seminario, 1846.

(3) De Ayala y Godoy — Trattato di topografia — Napoli, Regia Tipografia Militare, 1852.

(4) Vogler Chr August. — Ueber Ziele und Hülfsmittel geometrischer Präcision — Nivellements — München, Cotta'schen Buchhandlung, 1873.

(5) Baggi ing. V. — Trattato elementare completo di Geometria pratica. Parte II^a. — Torino, Unione Tipografico editrice, 1895-1898.

Baggi ing. V. — Alcune considerazioni sulla livellazione topografica. — Estratto dal periodico l' Ingegneria civile e le arti industriali, Vol. XVIII, Torino, Camilla e Bertolero, 1894.

(6) Habets Alfred — Cours de Topographie — Paris, CH Béranger éditeur, 1902.

(7) Durand-Claye Ch-Leon, André Pelletan et Charles Lallemand — Leves des Plans et Nivellement — Paris, Baudry et C.^{ie} 1889.

(8) Lallemand Charles — Nivellement de haute précision. Paris, Baudry et C.^{ie} 1889.

Ministére des travaux publics (Lallemand Charles). — Instructions prèparèes par le Comité du Nivellement pour les opérations sur le terrain. — Paris, Baudry et C.^{ie} 1889.

Il Lallemand nelle sue pubblicazioni sopra indicate, la prima delle quali costituisce pure la terza parte del Trattato del Durand-Claye ecc. e la seconda è in parte un estratto delle precedenti, enumera 25 errori da temersi nelle livellazioni, comprendendovi sia gli errori propriamente detti, che chiama piccole inesattezze inevitabili, e gli errori così detti materiali o sbagli, provenienti da inettitudine o da negligenza e che hanno in generale una grandezza notevole. Classifica tutti questi errori in quattro categorie relative rispettivamente alla mira o stadia, al livello, agli operatori ed allo stato del suolo e delle condizioni atmosferiche. Indica i valori limiti che per ogni errore possono aversi nella pratica ed i mezzi per evitarli. Fra gli errori che riguardano gli operatori mette per primo quello dovuto alla possibile inclinazione della mira dalla linea verticale, ed assegna all' errore stesso la possibilità di un valore fra due limiti, la cui media è maggiore di quella di molti altri errori.

Tutti gli autori sopra citati e gli altri che si sono occupati di questo errore, hanno sempre considerato soltanto, come si è già detto, il caso in cui la linea di collimazione del cannocchiale sia orizzontale, senza esaminare l' ipotesi, che si verifica spesso nella pratica, della esistenza di un errore di inclinazione, della linea di collimazione del cannocchiale del livello, all' orizzonte.

Questa ipotesi allarga lo studio dell' argomento e dà luogo a considerazioni che possono avere una certa importanza nella teoria e nella pratica, come si vedrà dal successivo svolgimento di questa nota.

Non si può più dire allora che l' errore sia il medesimo per una eguale inclinazione della stadia all' avanti od all' indietro e che sia sempre un errore in più. Bisogna considerare i quattro casi, di cui nelle precedenti mie note sulla verticalità della stadia in planimetria ed in altimetria, e che si presentano combinando insieme l' inclinazione della stadia all' avanti od all' indietro, coll' angolo d' errore nella direzione della linea di collimazione del cannocchiale rispetto alla linea orizzontale, angolo che può essere di elevazione o di depressione.

III.

Per determinare la differenza di livello fra due punti, ossia la quota altimetrica di un punto, data quella dell' altro, si fa stazione con un livello sopra uno dei punti e colla linea di collimazione diretta orizzontalmente si fa una battuta sulla stadia disposta verticalmente sull' altro punto (livellazione da un estremo); oppure meglio si fa stazione col livello in un punto intermedio, approssimativamente a metà distanza fra i due di cui si vuole determinare la differenza di livello, (livellazione dal mezzo) e si fanno due battute di stadia una su di uno dei due punti e l' altra sull' altro punto.

In una battuta qualsiasi la faccia graduata della stadia deve essere disposta verticalmente. Se ciò non avviene si ha un errore nella battuta, tanto maggiore quanto più la stadia devia dalla direzione verticale nel senso della linea di mira.

Nel numero V della precedente mia nota (1) in cui ho trattato della verticalità della stadia nella determinazione delle quote altimetriche, è compreso in via eccezionale il caso ora esposto e lo studio del quale forma oggetto di questa nota.

Nella precedente nota consideravo gli istrumenti di altimetria a visuale libera e quindi la linea di collimazione del cannocchiale non si supponeva in generale diretta orizzontalmente, ma bensì inclinata all' orizzonte di un angolo φ qualsiasi di elevazione o di depressione, non superiore però ai valori che possono presentarsi nella pratica.

Nel caso generale doveva naturalmente essere contemplato il caso speciale che ora si considera, quello cioè in cui la linea di collimazione sia diretta orizzontalmente e quindi l' angolo φ eguale allo zero.

Conviene qui riportare la formola generale (2) della precedente nota che è la seguente :

$$\delta_m = \frac{2}{\cos(\varphi \pm \alpha)} \operatorname{sen}\left(\varphi \pm \frac{\alpha}{2}\right) \operatorname{sen}\left(\pm \frac{\alpha}{2}\right) \cdots (1)$$

nella quale :

δ_m è l' errore unitario che può aversi nella quantità m, la quale in altimetria si chiama *lettura mediana* e che in livellazione si chiama *battuta*.

φ angolo di elevazione o di depressione all' orizzonte della linea di collimazione del cannocchiale.

α angolo di inclinazione della stadia dalla verticale all' avanti od all' indietro rispetto alla posizione dell' istrumento di misura.

In questa formola i segni positivi e negativi riguardano i quattro casi nei quali si può presentare l' errore studiato in quella nota e cioè : i segni positivi i casi ;

1° in cui φ è angolo di elevazione e la stadia è inclinata all' indietro,

4° in cui φ è angolo di depressione e la stadia è inclinata all' avanti :

i segni negativi gli altri casi ;

2° in cui φ è angolo di elevazione e la stadia è inclinata all' avanti,

3° in cui φ è angolo di depressione e la stadia è inclinata all' indietro.

Se da quella formola si passa al caso particolare in cui φ sia eguale allo zero, si ottiene la (3) della stessa precedente nota che è la seguente :

$$\delta_m = \operatorname{tang} \alpha \operatorname{tang} \frac{\alpha}{2} \cdots (2)$$

la quale serve al presente studio e ci dà l' errore unitario δ_m per unità della battuta m quando la linea di collimazione del cannocchiale sia disposta orizzontalmente.

---

(1) Cavani l. c.

La formola (2) qui riportata aveva poca importanza per lo studio fatto in quella nota, ne ha molta nel caso attuale.

Essa ci dimostra che l' errore δ_m nella battuta m in livellazione è indipendente dalla distanza dei punti dall' istrumento, come lo era pure in altimetria: che l' errore è sempre in più, ossia positivo; che si ha lo stesso errore per un dato angolo α di deviazione della stadia dalla verticale, sia che questo dipenda da una inclinazione della stadia stessa all' avanti, oppure all' indietro.

Tale formola applicata a casi numerici offre i risultati di una tabella inserita nella precedente nota e riportata parzialmente, in una altra tabella esposta più avanti, nella prima serie degli errori nelle battute, per i diversi valori di α che possono aversi nella pratica, e relativi alla ipotesi di $\varphi = 0$, ossia della linea di collimazione del cannocchiale diretta orizzontalmente.

Dalle cifre di quella tabella si vede come l' errore in m possa essere rilevante. Se si supponesse di fare una battuta prossima ai 4 metri, come spesso può succedere in pratica specialmente nelle comuni livellazioni, e se la stadia deviasse dalla verticale di 1 a 2 gradi, si avrebbe un errore prossimo ai due millimetri e che non sarebbe affatto trascurabile in qualsiasi livellazione.

Il Durand-Claye (1) calcola questo errore con una formola approssimata dedotta dalla nota relazione fra la tangente, la segante e la sua parte esterna, che rappresenta l' errore,in un circolo che ha la battuta per raggio. Trascura il quadrato dèll' errore ed ha risultati analoghi a quelli ottenuti dalla formola (2) che è esatta.

Suggerisce un procedimento, che non è però molto pratico nelle comuni livellazioni, per assicurarsi che la battuta sia fatta a stadia verticale, quello cioè di prescrivere al porta-stadia di far oscillare lentamente la stadia all' avanti ed all' indietro, poichè allora il valore minimo della battuta corrisponde al caso della stadia verticale.

Il Vogler (2) dice che per l' azione del vento la stadia può oscillare di 50' e quindi deviare dalla verticale di 25', ma non considera i casi di una deviazione prodotta da disattenzione del portastadie o da altre cause.

Il Lallemand (3) assegna a questo errore una grandezza possibile da 1 a 2 millimetri. Egli suggerisce di assicurarsi al momento della lettura che il filo verticale del reticolo sia parallelo al bordo della stadia, ma ciò non serve evidentemente a scoprire l' errore; serve solo a scoprire una inclinazione laterale della stadia che è manifestata pure dalla mancanza di parallelismo fra il filo orizzontale del reticolo e le linee delle divisioni della stadia.

Questo errore regolare o sistematico, perchè sempre dello stesso segno, non si può eliminare per simmetria col procedimento della livellazione dal mezzo, anche supponendo che la stadia deviasse dalla verticale di eguali quantità nelle due battute, e

---

(1) Durand-Claye ecc. l. c.
(2) Vogler. l. c.
(3) Lallemand. l. c.

ciò a causa dei valori delle battute stesse, ossia di m, che non saranno quasi mai eguali : Con tale procedimento però se ne diminuisce l' effetto nel fare la differenza delle due battute che dà il dislivello dei due punti considerati.

In ogni caso ed in una qualsiasi livellazione bisogna cercare di eliminare sempre questo errore, o di ridurlo al minimo possibile, col munire le stadie di fili a piombo o di livellette a bolla d'aria sferiche, e facendo pure uso di una o di due aste inclinate lateralmente da una parte e dall' altra della stadia, tenute ferme dal portastadia contro la stadia stessa ed appoggiate al terreno.

IV.

Lo studio fatto sin qui non ha molto di speciale, trovandosi in parte compreso nella precedente mia nota sulla verticalità della stadia nella determinazione delle quote altimetriche cogli istrumenti a visuale libera, ed essendo soltanto uno sviluppo di quelli sommariamente esposti nelle pubblicazioni dianzi citate. Esso non esaurisce completamente l' argomento, poichè non considera tutti i casi di errori nelle battute di livellazione che si possono avere per le deviazioni della stadia dalla verticale.

Conviene completare un tale studio esaminando l' ipotesi, precedentemente accennata, che la linea di collimazione del cannocchiale del livello, non sia orizzontale, ma sia inclinata all' orizzonte, sopra o sotto di esso, di un angolo φ di elevazione o di depressione.

Lo studio da farsi ora ha una caratteristica diversa da quello fatto nella precedente mia nota, e della quale si è già fatto cenno, poichè allora l' angolo φ era un dato del problema, variabile entro limiti molto distanti, a che solo per eccezione in un caso speciale poteva assumere il valore zero, mentre qui è un angolo d'errore, che dovrebbe non esistere e che in ogni caso deve avere un valore sempre molto piccolo.

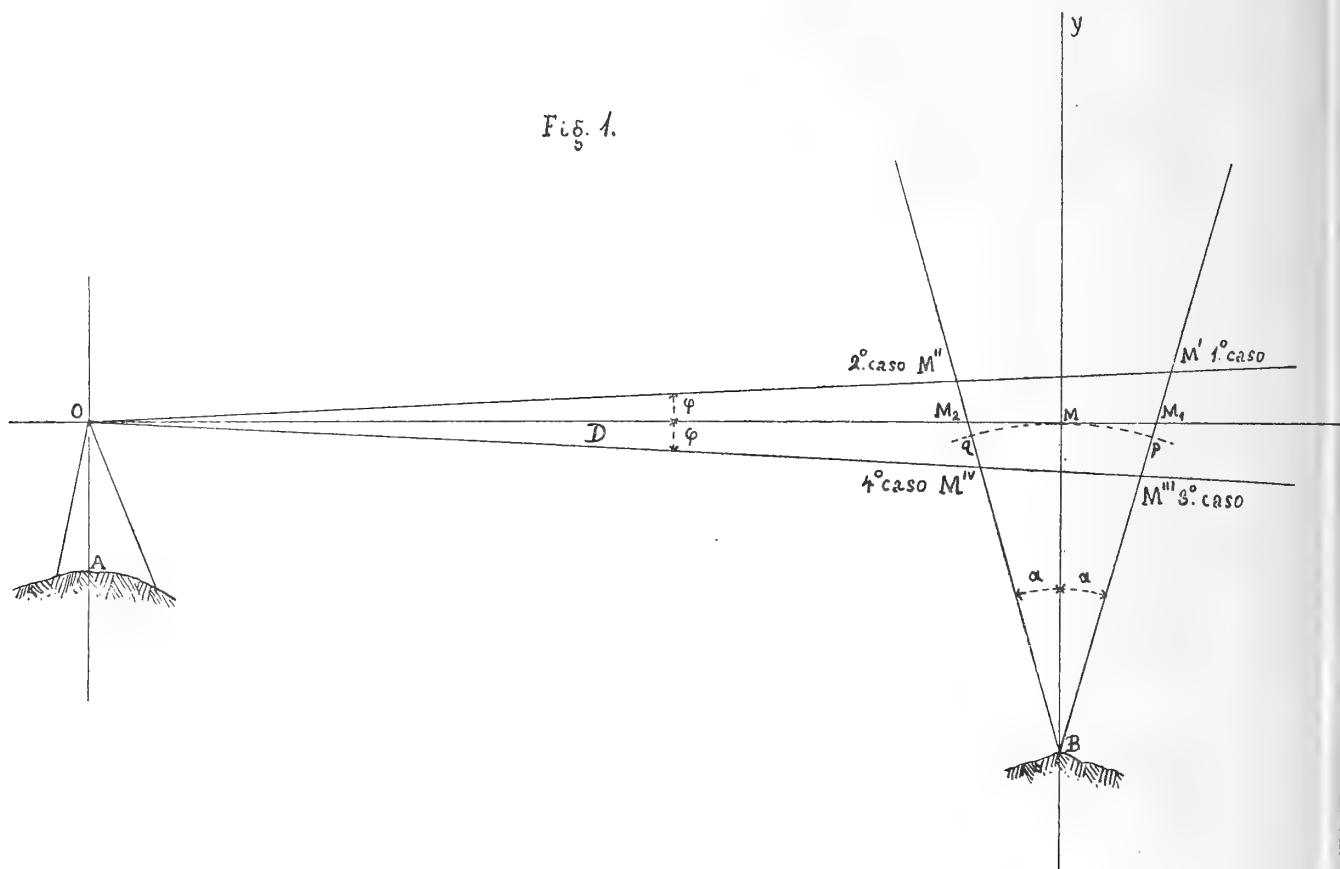
L' angolo φ nei livelli può essere dato da errori istrumentali ed assumere valori sensibili sebbene non grandi. Così, ad esempio, l' errore, detto di collimazione, dipendente dallo spostamento della linea di collimazione del cannocchiale, al variare della distanza della stadia, per un anormale movimento del micrometro, e quindi dell' incrocicchio dei fili, nell' adattamento del cannocchiale alla distanza stessa, può dare all' angolo φ un valore che si avvicini ad $1'$ (1) e tale quindi da non essere affatto trascurabile.

L' angolo φ può essere dato da una imperfetta rettificazione del Livello ed assumere allora valori molto più grandi.

Se da una stazione di livello fatta in A (fig. 1) colla linea di collimazione Ox del cannocchiale diretta orizzontalmente si batte la stadia disposta sul punto B nella direzione verticale By si fa nel punto M la battuta m, che serve a dare la differenza di livello di B rispetto al punto di stazione e ad altri punti.

---

(1) Iadanza N. — Geometria pratica — Torino, Vincenzo Bona, 1909.

Se la stadia si inclina alla verticale, all' indietro in direzione opposta del punto A, o all' avanti in senso contrario, di un angolo α e la linea di collimazione del cannocchiale è orizzontale si fanno le battute nei punti M_1 ed M_2 affette, rispetto alla battuta in M, degli errori M_1p ed M_2q eguali fra di loro e che si sono precedentemente studiati.

Se la linea di collimazione del cannocchiale si inclina all' orizzonte di un angolo φ di elevazione o di depressione si fanno nei punti M^{I}, M^{II}, M^{III} ed M^{IV} le battute m^{I}, m^{II}, m^{III}, ed m^{IV} tutte diverse fra di loro e dalla m e che corrispondono alle diverse posizioni della linea di collimazione e della stadia combinate fra loro così da dare i 4 casi più volte studiati e richiamati, contraddistinti come segue:

1° φ angolo di elevazione; α inclinazione della stadia all' indietro
2° φ angolo di elevazione; α inclinazione della stadia all' avanti
3° φ angolo di depressione; α inclinazione della stadia all' indietro.
4° φ angolo di depressione; α inclinazione della stadia all' avanti.

La battuta $m = MB$ è la vera che si dovrebbe fare in ogni caso e quindi essa è affetta da errori, in ciascuno dei quattro casi ora indicati, che sono rappresentati dalle differenze fra la battuta stessa e le battute $m^{I} = BM^{I}$, $m^{II} = BM^{II}$, $m^{III} = BM^{III}$ ed $m^{IV} = BM^{IV}$.

Come è evidente, e come risulta pure dalla figura 1, l' errore in ognuno dei detti quattro casi è rappresentato dell' errore dovuto in ciascun caso alla deviazione della stadia dalla verticale sommato algebricamente con quello dovuto, pure in ciascun caso, alla inclinazione della linea di collimazione del cannocchiale alla orizzontale.

I valori delle quattro battute fatte sulla stadia nei punti M^{I}, M^{II}, M^{III}, ed M^{IV} sono dati, come è facile dimostrare, dalle formole seguenti, nelle quali D rappresenta la distanza orizzontale fra i punti A e B.

$$m^{I} = (m + D \operatorname{tang} \varphi) \frac{\cos\varphi}{\cos(\varphi + \alpha)}$$

$$m^{II} = (m + D \operatorname{tang} \varphi) \frac{\cos\varphi}{\cos(\varphi - \alpha)}$$

$$m^{III} = (m - D \operatorname{tang} \varphi) \frac{\cos\varphi}{\cos(\varphi - \alpha)}$$

$$m^{IV} = (m - D \operatorname{tang} \varphi) \frac{\cos\varphi}{\cos(\varphi + \alpha)}$$

Queste espressioni tutte diverse fra loro dimostrano che i quattro errori nella m sono tutti diversi fra loro, lo che si può pure desumere dal semplice esame della fig. 1.

Dalle formole ora trovate si può subito passare alla determinazione degli errori, ossia delle differenze fra la m e le quattro battute, e si ottengono i valori seguenti:

$$m^{I} - m = m \frac{\cos\varphi - \cos(\varphi + \alpha)}{\cos(\varphi + \alpha)} + D \frac{\operatorname{sen}\varphi}{\cos(\varphi + \alpha)}$$

$$m^{II} - m = m \frac{\cos\varphi - \cos(\varphi - \alpha)}{\cos(\varphi - \alpha)} + D \frac{\operatorname{sen}\varphi}{\cos(\varphi - \alpha)}$$

$$m^{III} - m = m \frac{\cos\varphi - \cos(\varphi - \alpha)}{\cos(\varphi - \alpha)} - D \frac{\operatorname{sen}\varphi}{\cos(\varphi - \alpha)}$$

$$m^{IV} - m = m \frac{\cos\varphi - \cos(\varphi + \alpha)}{\cos(\varphi + \alpha)} - D \frac{\operatorname{sen}\varphi}{\cos(\varphi + \alpha)}$$

Passando ai valori unitari δ^{I}, δ^{II}, δ^{III}, e δ^{IV}, per unità di m e con semplici trasformazioni trigonometriche si hanno le formole seguenti:

$$\delta^{\text{I}} = \frac{2}{\cos(\varphi + \alpha)} \operatorname{sen}\left(\varphi + \frac{\alpha}{2}\right) \operatorname{sen}\frac{\alpha}{2} + \frac{D}{m} \frac{\operatorname{sen}\varphi}{\cos(\varphi + \alpha)}$$

$$\delta^{\text{II}} = \frac{2}{\cos(\varphi - \alpha)} \operatorname{sen}\left(\varphi - \frac{\alpha}{2}\right) \operatorname{sen}\left(-\frac{\alpha}{2}\right) + \frac{D}{m} \frac{\operatorname{sen}\varphi}{\cos(\varphi - \alpha)}$$

$$\delta^{\text{III}} = \frac{2}{\cos(\varphi - \alpha)} \operatorname{sen}\left(\varphi - \frac{\alpha}{2}\right) \operatorname{sen}\left(-\frac{\alpha}{2}\right) - \frac{D}{m} \frac{\operatorname{sen}\varphi}{\cos(\varphi - \alpha)}$$

$$\delta^{\text{IV}} = \frac{2}{\cos(\varphi + \alpha)} \operatorname{sen}\left(\varphi + \frac{\alpha}{2}\right) \operatorname{sen}\frac{\alpha}{2} - \frac{D}{m} \frac{\operatorname{sen}\varphi}{\cos(\varphi + \alpha)}$$

Queste espressioni degli errori unitari in m nei 4 casi che sono possibili nella pratica si possono riunire nella sola seguente:

$$\delta = \frac{2}{\cos(\varphi \pm \alpha)} \operatorname{sen}\left(\varphi \pm \frac{\alpha}{2}\right) \operatorname{sen}\left(\pm \frac{\alpha}{2}\right) \pm \frac{D}{m} \frac{\operatorname{sen}\varphi}{\cos(\varphi \pm \alpha)} \cdots (3)$$

nella quale i segni positivi nei valori degli angoli servono per il 1° e 4° caso ed i negativi per il 2° ed il 3°, mentre poi il segno $+$ che unisce i due termini del 2° membro serve per i casi 1° e 2° in cui φ è angolo di elevazione, ed il segno $-$ per i casi 3 e 4 in cui φ è angolo di depressione.

La formola (3) si presta alle seguenti osservazioni:

L' errore nella battuta m non è più indipendente dalla distanza D, come era facile intuire, poichè le diverse battute errate vanno sempre riferite alla m che è una quantità costante rispetto alle battute stesse, mentre queste variano al variare della distanza D.

Non è così in altimetria, come si è visto nella precedente mia nota, poichè al variare delle letture di stadia, varia pure la mediana m, conservandosi fra questa e quella un rapporto costante per eguali valori di α e di φ.

Il primo termine del 2° membro della (3) rappresenta l' errore proporzionale al valore della m, ed il secondo termine quello proporzionale alla distanza D.

Il primo di questi due termini non è altro che il valore di δ_m nella formola generale (1),

Se $\varphi = 0$ scompare il secondo termina ed il primo si riduce al 2° membro della (2).

Il secondo di tali termini è di un ordine di grandezza sensibilmente maggiore di quella del primo, per cui conviene anche in riguardo alla possibilità dell' errore che qui si studia fare le battute a non grandi distanze, perchè D non abbia grandi valori.

Applicando la (3) ad alcuni casi numerici si hanno i risultati della seguente tabella:

Angoli in gradi sessagesimali		Valori del 1° termine della formola (3) casi		Valori di $\frac{\operatorname{sen} \varphi}{\cos (\varphi \pm \alpha)}$ del 2° termine della (3) casi		Valori assoluti degli errori δ (formola (3)) per $D = 30$ metri, $m = 3$ metri casi			
φ	α	1° e 4° millimetri	2° e 3° millimetri	1° e 4° millimetri	2° e 3° millimetri	1° millimetri	2° millimetri	3° millimetri	4° millimetri
0°	0°	0, 0	come i precedenti	nulli	nulli	0, 0	come i precedenti	come i precedenti	come i precedenti
»	30′	+ 0,038				+ 0,114			
»	1°	+ 0,152				+ 0,456			
»	2°	+ 0,610				+ 1,830			
»	3°	+ 1,373				+ 4,119			
20″	0°	0, 0	0, 0	+ 0,0970	eguali ai corrispondenti valori della colonna precedente	+ 2,910	+ 2,910	— 2,910	— 2,910
»	30′	+ 0,039	+ 0,037	+ 0,0970		+ 3,027	+ 3,021	— 2,799	— 2,793
»	1°	+ 0,154	+ 0,151	+ 0,0970		+ 3,372	+ 3,363	— 2,457	— 2,448
»	2°	+ 0,613	+ 0,606	+ 0,0970		+ 4,749	+ 4,378	— 1,092	— 1,071
»	3°	+ 1,377	+ 1,367	+ 0,0971		+ 7,044	+ 7,014	+ 1,188	+ 1,218
50″	0°	0, 0	0, 0	+ 0,2424		+ 7,272	+ 7,272	— 7,272	— 7,272
»	30′	+ 0,040	+ 0,036	+ 0,2424		+ 7,392	+ 7,380	— 7,164	— 7,152
»	1°	+ 0,156	+ 0,148	+ 0,2424		+ 7,740	+ 7,723	— 6,835	— 6,804
»	2°	+ 0,618	+ 0,601	+ 0,2426		+ 9,132	+ 9,081	— 5,475	— 5,424
»	3°	+ 1,385	+ 1,360	+ 0,2427		+ 11,436	+ 11,361	— 3,201	— 3,126
2′	0°	0, 0	0, 0	+ 0,5818		+ 17,454	+ 17,454	— 17,454	— 17,454
»	30′	+ 0,043	+ 0,033	+ 0,5818		+ 17,583	+ 17,553	— 17,355	— 17,325
»	1°	+ 0,162	+ 0,142	+ 0.5819		+ 17,943	+ 17,883	— 17,031	— 16,971
»	2°	+ 0,630	+ 0,589	+ 0,5821		+ 19,353	+ 19,230	— 15,696	— 15,573
»	3°	+ 1,403	+ 1,342	+ 0,5826		+ 21,687	+ 21,504	— 13,452	— 13,269
30′	0°	0, 0	0, 0	+ 8,7268		+ 261,804	+ 261,804	— 261,804	— 261,804
»	30′	+ 0,114	— 0,038	+ 8,7278	+ 8,7266	+ 262,176	+ 261,684	— 261,912	— 261,456
»	1°	+ 0,305	0, 0	+ 8,7296	+ 8,7268	+ 262,803	+ 261,804	— 261,804	— 260,889
»	2°	+ 0,914	+ 0,305	+ 8,7348	+ 8,7296	+ 264,786	+ 262,803	— 260,973	— 259,146
»	3°	+ 1,830	+ 0,914	+ 8,7428	+ 8,7348	+ 267,774	+ 264,786	— 259,302	— 256,554

Da questa tabella si possono dedurre altre osservazioni da farsi sulla formola (3) e che si potrebbero pure ricavare dalla discussione della formola stessa.

Gli errori sono sempre in più nei primi due casi, poichè il secondo termine del 2° membro della (3) è sempre positivo e così pure il primo, salvo una sola eccezione che si verificherebbe nel 2° caso quando si avesse $\varphi > \frac{\alpha}{2}$. Succedendo ciò si avrebbe il primo termine negativo, ma il suo valore risulterebbe sempre minore di quello del secondo termine e quindi non cambierebbe il segno dell' errore δ. In pratica poi non può in generale verificarsi il caso di $\varphi > \frac{\alpha}{2}$ poichè φ sarà sempre piccolo e se α è ancora più piccolo gli errori da questo angolo dipendenti saranno sempre trascurabili.

Gli errori sono sempre in meno negli altri due casi 3° e 4°, salvo che eccezionalmente si avesse il primo termine maggiore del secondo nel 2° membro della (3). Questo può succedere per piccole distanze e per forti battute. Così si vede nella su esposta tabella che avviene per $\varphi = 20''$ ed $\alpha = 3°$; succederebbe pure per $D = 10^m$ ed $m = 3^m$, con $\varphi = 20''$ ed $\alpha = 2$ o 3 gradi e con $\varphi = 50''$ ed $\alpha = 3°$.

Gli errori crescono di regola secondo l' ordine crescente della numerazione dei 4 casi in cui si distingue l' errore δ.

Nel 1° caso si ha l' errore massimo; il minimo si ha nel 4° caso e solo in via eccezionale nel 3° quando si cambii il segno dell' errore δ negli ultimi due casi. Nel 2° caso si ha un errore in valore numerico maggiore che nel 3°, salvo i casi eccezionali di $\varphi = \alpha$ e di $\varphi = \frac{\alpha}{2}$.

Gli errori maggiori si hanno nei primi due casi perchè i due termini del 2° membro si sommano, mentre negli altri due casi di regola si sottraggono. Il valore massimo del 1° caso dipende dal maggior valore che ha il primo termine della (3).

Per il valore speciale di $\varphi = 0$ si hanno gli errori eguali nei quattro casi, come si è già visto, e sempre in più; così pure quando sia $\alpha = 0$ si hanno gli errori eguali nei quattro casi, in più nei due primi, in meno negli altri.

Vi sono pure i casi speciali di $\varphi = \alpha$ e di $\varphi = \frac{\alpha}{2}$ che si verificano negli esempi numerici della tabella, ma che non hanno importanza nello studio attuale, e dei quali si è già fatto cenno.

Gli errori δ, per valori qualsiansi di α e di φ non si possono eliminare per simmetria nella livellazione dal mezzo; però con tale procedimento l' errore che si ha nella differenza di livello viene ridotto, poichè nelle due battute si avrà sempre un angolo φ o di elevazione o di depressione e quindi gli errori δ dello stesso segno. Se per disattenzione dell' operatore si dovesse avere in una battuta l' angolo φ di elevazione e nell' altra di depressione gli errori δ sarebbero di segno contrario e si sommerebbero nella determinazione della differenza di livello fra i due punti.

Facendo la media aritmetica delle due letture che si possono fare sulla stadia, per determinare il valore della battuta, colla rotazione del cannocchiale attorno all' asse dei collari supposto orizzontale, si elimina l'errore dovuto all'angolo φ se $\alpha = 0$; non lo si elimina completamente se α è diverso da zero, ossia se la stadia devia dalla direzione verticale. Così per $\varphi = 50''$ e colla stadia inclinata all' indietro di $\alpha = 2°$, si avrebbe nella media delle due letture un errore di quasi due millimetri.

V.

Le conclusioni dello studio fatto possono riassumersi nelle seguenti.

1.° Nelle operazioni di livellazione devesi tenere la stadia sempre disposta verticalmente.

2.° La stadia deve sempre essere munita di un filo a piombo o di una livelletta a bolla d' aria sferica, e tenuta ferma dal porta-stadia con una o due aste disposte trasversalmente ed appoggiate al terreno.

3.° L' errore nelle battute causato da una deviazione α della stadia dalla verticale è sempre in più se la linea di collimazione del cannocchiale è orizzontale; può essere in più od in meno se questa linea non è orizzontale, ossia se all' errore prodotto da α si aggiunge quello causato dalla non orizzontalità della linea stessa.

4.° Se la linea di collimazione è inclinata all' orizzonte di un angolo φ si ha di regola un errore in più quando φ è di elevazione, in meno quando è di depressione, dipendendo in generale il segno dell' errore da quella parte di esso che proviene dall' angolo φ.

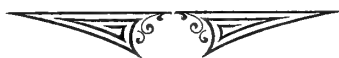
5.° L' errore nelle battute è indipendente dalle distanze a cui si fanno le battute stesse se $\varphi = 0$; non lo è se φ è diverso da zero.

6.° L' errore massimo per le due inclinazioni α e φ coesistenti si ha nel 1° caso (φ angolo di elevazione; α angolo di inclinazione all' indietro); il minimo nel 4° caso (φ di depressione; α di inclinazione all' avanti); l' errore stesso nel 2° caso (φ di elevazione; α di inclinazione all' avanti) è maggiore di quello del 3° caso (φ di depressione; α di inclinazione all' indietro) e tutto ciò facendo astrazione dal segno dell' errore e dai casi particolari.

7.° La livellazione dal mezzo è sempre da preferirsi anche in riguardo all' errore qui studiato, poichè può avere per effetto di diminuirne l' influenza nella determinazione delle differenze di livello.

8.° Colla media delle due battute che si possono fare ruotando il cannocchiale attorno all' asse dei suoi collari, si elimina totalmente l' errore proveniente da φ solo se $\alpha = 0$; non lo si elimina completamente se α è diverso da zero.

9.° Conviene rettificare sempre il livello per avere $\varphi = 0$ o poco diverso da zero, allo scopo di diminuire l' influenza nelle battute di una eventuale inclinazione della stadia dalla verticale.

10.° Conviene fare le battute a poca altezza sulla stadia e a distanze non molto grandi dello strumento che si adopera nella livellazione.

EFFETTI DI SCARICA LATERALE IN LIQUIDI

NOTA

DEL

Prof. LAVORO AMADUZZI

letta nella Sessione del 28 Maggio 1916.

(CON 10 FIGURE)

1. Come è noto, la elettricità passa attraverso ai liquidi in due modi, almeno per la apparenza sostanzialmente diversi, che trovano riscontro nei due principali procedimenti di scarica attraverso ai gas: in quello con pressione non inferiore alla atmosferica, nel procedimento cioè di convenzione ionica, ed in quello distruttivo per scintilla.

In proposito si fa la distinzione fra *resistenza alla conducibilità* che il liquido oppone al passaggio della corrente elettrica, e *resistenza alla scarica esplosiva*. La prima non dipende solo, a parità di natura del liquido, dalla distanza degli elettrodi, ma anche dalla loro forma ed estensione, come pure dalla forma del liquido nel quale sono immersi; invece la resistenza alla scarica deve dipendere, almeno prevalentemente, dalla sola distanza esplosiva.

2. La scarica per scintilla nei liquidi largamente studiata dal Righi (1) dopo ricerche sporadiche e pochissime concludenti di altri fisici, venne dal Righi stesso considerato come un fenomeno di scarica laterale, tanto nel caso di scarica interna come in quello di scarica superficiale.

E ciò nel modo che segue.

Quando la corrente di scarica comincia, l' elettricità è trasmessa dal liquido per conducibilità, ma la differenza di potenziale sugli elettrodi si accresce gradatamente, e se raggiunge il valore richiesto onde vincere la resistenza alla scarica che oppone il liquido, si ha la scintilla. Perchè adunque avvenga una scarica esplosiva di data lunghezza entro un liquido dotato di sensibile conducibilità, come l' acqua, è necessario che una scintilla addizionale nel circuito di scarica superi un certo valore minimo che dipende, non solo dalla distanza esplosiva nell' acqua, ma anche dalla capacità del condensatore.

---

(1) A. Righi. — Ricerche sperimentali delle scariche elettriche. Seconda Memoria. — Mem. Acc. Lincei, 1877.

La lunghezza della scintilla addizionale dovrà quindi essere tanto più grande quanto maggiore è la distanza esplosiva nel liquido. Se la scintilla addizionale non è sufficiente onde avvenga la scarica sul liquido, questa si produrrà aumentando convenientemente la capacità del condensatore. L' aggiunta di una grande resistenza nel circuito impedirà alla scarica di prodursi, giacchè diminuirà la differenza massima di potenziale agli elettrodi.

3. Se la scintilla nei liquidi è un fenomeno di scarica laterale, dipendendo la massima differenza di potenziale fra gli elettrodi dalla resistenza alla conducibilità del liquido, si dovranno ottenere a parità di circostanze scintille più lunghe, rendendo questa resistenza assai maggiore.

Tale considerazione, fatta dal Righi, lo portò nelle sue ricerche in scariche entro liquidi ad una verifica sperimentale di esse coll' uso di recipienti a piccola sezione che conferivano maggiore resistenza al liquido attraversato dalle scariche e quindi rendevano queste più lunghe.

Questo però potè fare entro limiti determinati, per il fatto che la resistenza del tratto percorso dalla scarica si fa sentire nell' intero circuito nel modo indicato nel § 2.

4. Numerosi e varii fenomeni il Righi potè riprodurre, che davano valido appoggio alla sua ipotesi.

Avendo di recente avuta occasione di eseguire esperienze inerenti a scariche con elettrodi liquidi, mi si sono presentate varie manifestazioni che secondo me dan ragione alla ipotesi del Righi alla quale più sopra ho accennato. Non ritenendole per tale riguardo, prive di un qualche interesse; ho creduto conveniente di farne breve descrizione in questa mia Nota.

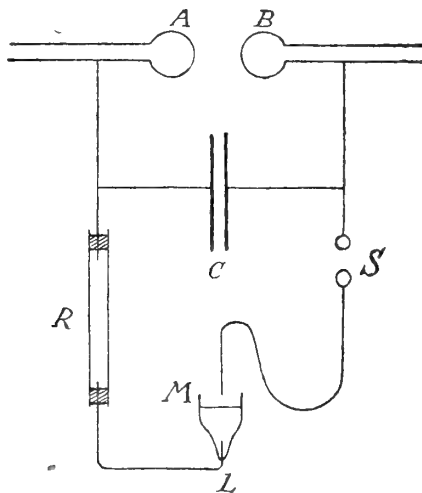



Fig. 1

Il dispositivo sperimentale da me adoperato consisteva (fig. 1) in una macchina di Holtz i cui conduttori *A*, *B*, venivano messi in comunicazione colle armature *C* di

una batteria di condensatori, e collegati al circuito di scarica, costituito, da un reostato R ad acqua, dallo spinterometro ML d' esperienza e da un altro spinterometro S a sfere d' ottone per una scintilla addizionale.

Quest' ultimo spinterometro veniva talvolta soppresso.

Nello spinterometro di esperienza ho fatto uso di elettrodi (Fig. 2, 3 e 4) di varia forma e costituzione che qui descrivo :

α - Elettrodo sferico di metallo ;

β - Elettrodo sferico con goccia liquida terminale ;

γ - Massa liquida ad ampia superficie piana contenuta in recipiente attraversato nel fondo da un conduttore cui si poteva dare varia forma terminale e varia distanza dalla superficie liquida. Le disposizioni principali per questo elettrodo γ erano la 1 e la 2.

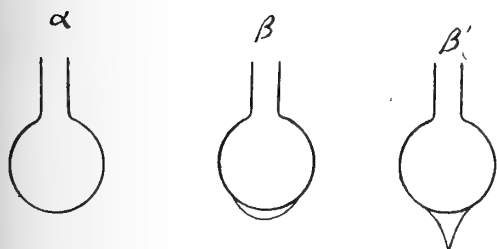



Fig. 2

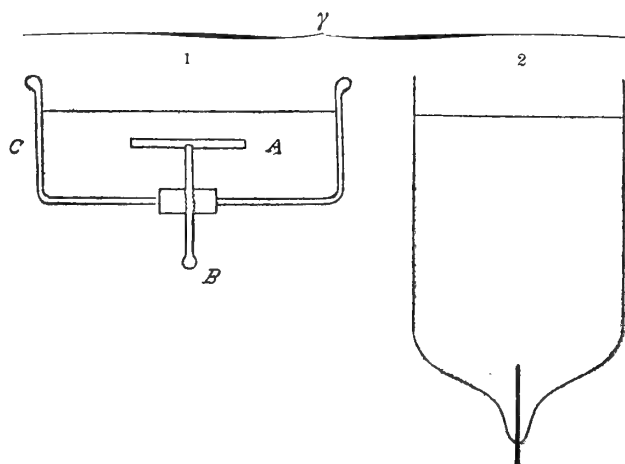



Fig. 3

δ - Tubi di vetro attraversati in alto da un conduttore metallico, aperti in basso, e nei quali potevasi mantenere acqua, sia usando superiormente un tappo attraversato da un filo conduttore ed a perfetta tenuta (1 a 5), sia adoperando un tappo attraversato oltre che dal filo conduttore, da un tubo con stantuffo (6). Questo artificio del tubo con stantuffo poteva permettere la variazione dell' andamento della superficie terminale inferiore del liquido, qualora questa variazione avesse occorso.

5. Ciò premesso, indico succintamente le osservazioni da me fatte :

— Gli elettrodi dello spinterometro di esperienza sono costituiti, il positivo da una sfera con goccia d' acqua rivolta in basso, il negativo da una massa d' acqua ad ampia superficie contenuta nel primo recipiente della fig. 3. Lo spinterometro aggiunto ha le sfere quasi in contatto e quindi in esso si produce una piccolissima scintilla addizionale. La goccia d' acqua, come ebbi ad indicare in una mia precedente Nota (1), a mano a

(1) Rendiconti Acc. Bologna, 1915.

mano che il potenziale cresce, si appuntisce (Fig. 2, β') finchè si produce la scarica. Questa ha la forma di scintilla partente dall' estremo limite della goccia, rasentante la

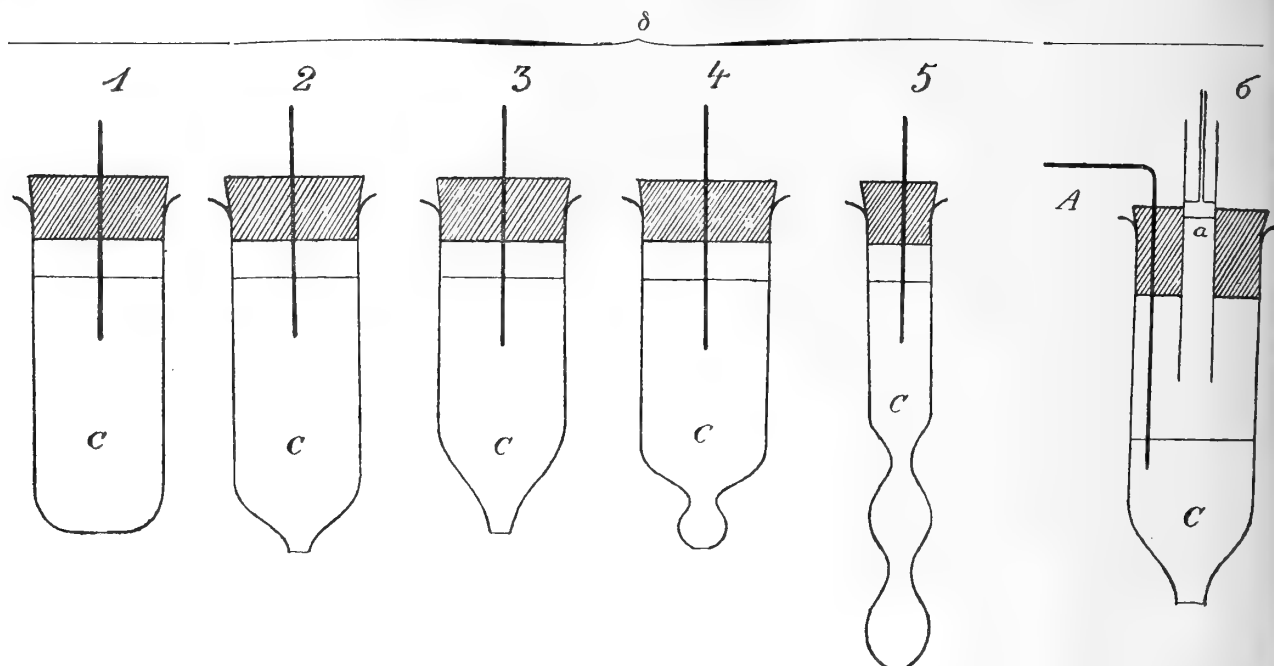



Fig. 4

superficie esterna della goccia appuntita sino alla punta di questa e procedente poi in linea retta verso l' elettrodo opposto (fig. 5).

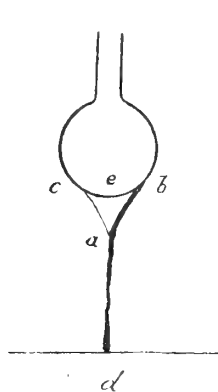
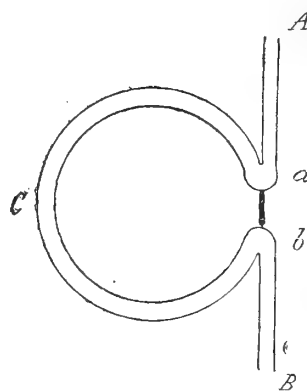



Fig. 5 Fig. 6

Qui si tratta evidentemente di un effetto di scarica laterale parallelo a quello ben noto verificabile con un conduttore quale è rappresentato dalla fig. 6. Per caso della goccia il tratto conduttore sarebbe dato dal metallo costituente la sferetta, dal liquido lungo l' asse del cono e dall' aria preventivamente ionizzata per dispersione dalla punta fra il vertice di questa e l' elettrodo opposto. L' intervallo *a b* sarebbe costituito da una generatrice del cono liquido.

Usando, per formare la goccia, invece che acqua comune dotata di una certa resistenza alla conducibilità, acqua acidulata, la scintilla parte dal vertice del cono liquido. Ciò in armonia in quanto fu detto nel § 3.

— La scarica avviene fra l'elettrodo δ 1 (fig. 4) e l'elettrodo piano γ 2 (fig. 3). Lungo il percorso della scarica si ha una scintilla addizionale e piccola resistenza. La scarica è costituita da una scintilla rettilinea fra gli elettrodi che si insinua per breve tratto entro il liquido dell' elettrodo δ I (fig. 7, 1).

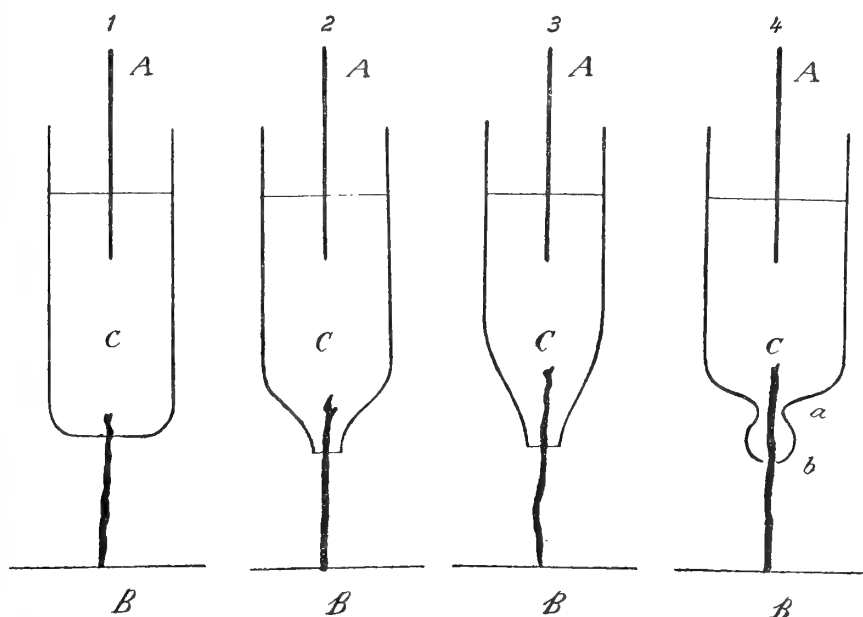



Fig. 7

Questo tratto di scarica interno al liquido si deve evidentemente ad un effetto di scarica laterale analogo a quello che il Righi osservò con elettrodi formati da tubi forati nella scarica *entro* liquidi.

Col tubo 2 il tratto interno di scarica apparisce (fig. 7, 2) a parità di tutte le altre condizioni, più lungo, e più lungo apparisce nel tubo 3 (fig. 7, 3). Ciò evidentemente per le considerazioni fatte nel § 3. Per identica ragione si ha che, dando al tubo la forma 4, il tratto interno raggiunge (fig. 7, 4) la estensione *a b*. La estensione di tale tratto si accresce usando un tubo più sottile e si accresce ancora entro certi limiti, aumentando il numero delle strozzature *a b* (elettrodo δ, 5, fig. 8).

— Coll'elettrodo δ 5 è possibile ottenere che la scarica attraversi una o due masse liquide limitate o separate da intervalli d' aria (fig. 9).

— Tutti gli effetti indicati si producono solo usando una capacità conveniente, e, fissa questa, una distanza esplosiva addizionale conveniente. Fissa la capacità si accentuano col crescere della distanza esplosiva addizionale medesima.

Per una determinata distanza esplosiva addizionale si accentuano colla capacità.

Se all' acqua comune usata nelle precedenti esperienze entro i tubi, si sostituisce acqua acidulata, scompaiono le manifestazioni di scarica interna.

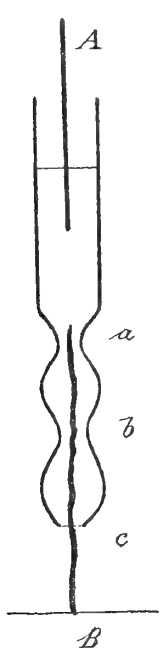
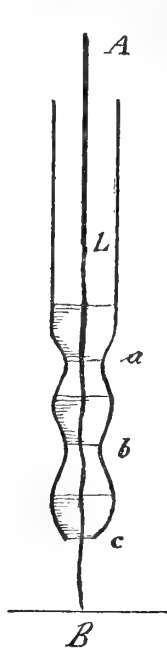
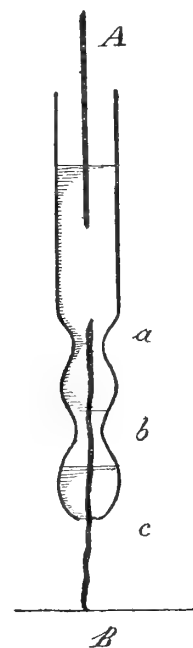
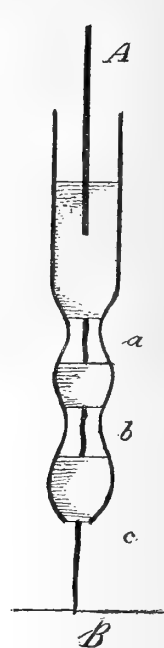
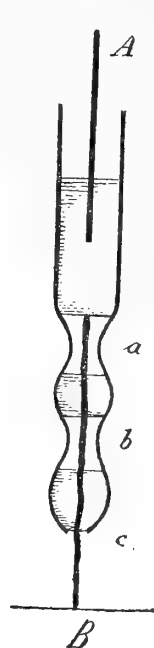



Fig. 8 Fig. 9 Fig. 10

Coll'elettrodo δ della forma 5, frazionando in varie masse il liquido in esso contenuto, si hanno (fig. 10) scintille nei tratti gasosi interposti fra le masse liquide entro l'elettrodo, e fra elettrodo δ ed elettrodo piano sottoposto.

Si deve avvertire che il menisco liquido nell' elettrodo a tubo era, nelle esperienze descritte, leggermente concavo.

TAVOLE

per calcolare il levare e tramontare della Luna a Bologna ed a Roma e per ridurre il levare e tramontare del Sole e della Luna da Roma a un altro luogo qualunque in Italia e nelle regioni circonvicine

CON ALTRE TAVOLE AUSILIARI

NOTA

DEL

Prof. MICHELE RAJNA

presentata nell'adunanza del 28 Novembre 1915.

Su questo medesimo argomento io già presentai una Nota a questa R. Accademia nell' anno 1905 (*). Quel lavoro conteneva una tavola che d' allora in poi servì all' Osservatorio di Bologna per calcolare le epoche del levare e tramontare della Luna relative al nostro orizzonte, deducendole dalle epoche analoghe date per l' orizzonte di Parigi dalla Effemeride astronomica francese intitolata « *Connaissance des temps ou des mouvements célestes à l' usage des astronomes et des navigateurs* ».

Attualmente quella tavola deve esser cambiata, per il motivo che principiando col volume del 1916 la *Connaissance des temps* ha applicato completamente le decisioni prese a Parigi, nell' ottobre 1911, da una Conferenza dei direttori delle grandi Effemeridi astronomiche. Per effetto anche di una legge francese del 9 marzo 1911, che modificò il tempo legale in Francia e in Algeria, la *Connaissance des temps* e l'Annuario del *Bureau des longitudes* dànno attualmente le epoche del levare e tramontar del Sole ancora per l' orizzonte di Parigi, ma espresse in tempo medio di Greenwich (**).

(*) Tavole per calcolare il nascere e tramontare della Luna a Bologna e per ridurre il nascere e tramontare del Sole e della Luna da Bologna a un altro luogo qualunque d' Italia (Memorie della R. Accademia delle Scienze dell' Istituto di Bologna, tomo II, Serie VI, 1905).

(**) A partire dal volume 1916 il *Berliner astronomisches Jahrbuch* adottando anch' esso meridiano e tempo di Greenwich dà il levare e tramontare del Sole e della Luna per l' orizzonte del luogo definito dalle coordinate geografiche $\varphi = +50°$, $\lambda = 0$ (luogo che cade nella Manica 57 km al nord di Le Havre). Questo Annuario dà pure tavole di riduzione ad altre località appartenenti alla zona geografica compresa tra 45° e 55° di latitudine boreale. Quindi queste tavole servirebbero soltanto per la parte più settentrionale d' Italia. Del resto, a una diffusione del *Berliner Jahrbuch* tra noi (anche

Nella prima parte della presente Nota ho ripreso i calcoli eseguiti l' altra volta, modificandoli a partire da un certo punto dove entrava in conto la differenza di longitudine tra Bologna e Parigi da una parte e dall' altra la differenza di longitudine tra Bologna e il meridiano di 15° E. di Greenwich (meridiano di Termoli o dell' Etna), sul quale è regolato il cosiddetto tempo dell' Europa centrale.

Nei calcoli l' approssimazione arrivò ai centesimi di minuto di tempo, per garanzia dei decimi di minuto conservati da ultimo nei risultati.

Così ho ottenuto una nuova tavola senza perdita di precisione in confronto della tavola antica.

Per estendere alquanto l' interesse del modesto lavoro, ho calcolato con lo stesso metodo una tavola analoga relativa all' orizzonte di Roma, e poi ho calcolato anche due tavole che servono a passare, per Sole e Luna all' orizzonte, da Roma a un altro luogo qualunque in Italia e nelle regioni circonvicine.

Da ultimo aggiungo altre tavole ausiliari, cioè le seguenti :

I. - Tavole per ridurre i tempi di culminazione del Sole e della Luna dal meridiano di Greenwich ai meridiani di Bologna e di Roma ;

II. - Tavole di archi semidiurni per i paralleli di Bologna e di Roma.

Calcolo della tavola per ridurre il levare e tramontar della Luna dall' orizzonte di Parigi a quello di Bologna.

Trascuriamo - come è lecito in questo caso - il moto della Luna in declinazione durante l' intervallo di tempo che passa tra il levare (oppure il tramonto) della Luna a Parigi e il levare (o il tramonto) a Bologna. Inoltre ammettiamo che l' effetto di rifrazione e parallasse sul levare e tramontar della Luna sia prossimamente uguale nelle due località ; cosa lecita pur essa nel caso attuale. Allora è manifesto che per ottenere l' arco semidiurno t_1 della Luna a Bologna, corrispondente a una data declinazione δ della Luna, basterà conoscere l' arco semidiurno t_0 a Parigi, corrispondente alla medesima declinazione, e aggiungere ad esso la differenza $t_1 - t_0$.

Indichiamo con φ_0 la latitudine geografica dell' Osservatorio di Parigi e con φ_1 quella dell' Osservatorio di Bologna, cioè poniamo

$$\varphi_0 = 48° \, 50' \, 11'' \qquad \varphi_1 = 44° \, 29' \, 53'' \; ;$$

---

in tempi normali) si oppone il suo prezzo assai elevato in confronto della *Connaissance des temps.* Siccome poi il *Berliner Jahrbuch* considera l' intersezione del parallelo di 50° col meridiano di Greenwich, così ora rimane escluso completamente quel piccolo vantaggio che prima ci poteva offrire l' uso del *Jahrbuch,* per la minor distanza in longitudine tra le nostre regioni e il meridiano di Berlino, in confronto di Parigi. Il meridiano di Berlino traversa il Friuli press' a poco da Malborghetto a Grado, poi l' Italia peninsulare da Filottrano (Marche) a Fondi (Campania), e la Sicilia da Palermo a Girgenti, all' ingrosso.

allora avremo

$$\cos t_0 = -\operatorname{tg}\varphi_0 \operatorname{tg}\delta \qquad \cos t_1 = -\operatorname{tg}\varphi_1 \operatorname{tg}\delta$$

e quindi

$$\cos t_1 = \operatorname{tg}\varphi_1 \cot\varphi_0 \cos t_0 = [9{,}93405] \cos t_0, \tag{I}$$

dove il numero iu parentesi quadra è un logaritmo.

Con questa formula si passa da t_0 a t_1, essendo entrambi questi archi espressi in misura angolare. In simili casi l' unità più comoda è il grado ordinario, nonagesimale, suddiviso in parti decimali (*).

Bisogna osservare tuttavia, che la cercata tavola di riduzione deve avere per argomenti gli archi semidiurni della Luna a Parigi, espressi in ore e minuti di tempo medio solare, cioè quali si ricavano dalla *Connaissance des Temps* o dall'*Annuaire*. Indichiamo con t'_0 questi argomenti della tavola, espressi in minuti di tempo, procedenti per intervalli uguali di 10 in 10 minuti e compresi tra i due limiti $3^h\ 10^m = 190^m$ e $9^h\ 10^m = 550^m$ (**). Per esprimere i t'_0 in gradi, cioè per convertirli nei t_0 da usarsi nel calcolo della formula (I), bisogna prima esprimerli in minuti di tempo vero lunare e poi ridurli in gradi mediante la divisione per 4. Ora nella prima parte dell' operazione è lecito assumere come costante il ritardo diurno della Luna rispetto al Sole e adottarne il valor medio, che è $= 50^m, 5$. Quindi in primo luogo si ha da calcolare la formula

$$t_0 = \frac{24^h}{24^h 50^m,5} \frac{1}{4} t'_0 = \frac{1440^m}{1490^m,5} \frac{1}{4} t'_0$$

ossia

$$t_0 = 0{,}24153\, t'_0 = [9{,}38297]\, t'_0. \tag{II}$$

Ottenuti così i t_0, la formula (I) serve a calcolare i t_1, e poi si formano le differenze $t_1 - t_0$. Poichè queste risultano espresse in gradi, bisogna ora convertirle in minuti di tempo medio solare, con una operazione inversa a quella che ha servito a passare da t'_0 a t_0. Cioè le differenze $t_1 - t_0$ devono essere moltiplicate per il fattore costante $4\,\frac{1490,5}{1440} = 4,\ 1403$, di cui il logaritmo è $= 0{,}61703$.

In questa maniera si tiene conto della differenza di latitudine tra Parigi e Bologna.

Per tener conto approssimativamente anche della differenza di longitudine, basta considerare che la culminazione della Luna ritarda in media ogni giorno $50^m,5$

(*) Per questa suddivisione del quadrante vi sono le tavole logaritmico-trigonometriche di C. Bremiker, a 5 cifre decimali (edizione italiana per cura di L. Cremona, Milano, U. Hoepli editore).

(**) Veramente i due limiti da considerarsi sarebbero $3^h 20^m$ e $9^h 0^m$, perchè i valori estremi possibili per l'arco semidiurno della Luna a Parigi, espressi in tempo medio solare, sono $3^h 26^m$ e $8^h 57^m$; come risulta da un facile calcolo dove ho tenuto conto delle correzioni per rifrazione e parallasse. Ma per lo scopo di ulteriore interpolazione è utile considerare due valori esuberanti dell' argomento, uno in principio e l' altro in fine della serie.

rispetto a quella del Sole. La differenza di longitudine tra l' Osservatorio di Bologna e quello di Parigi vale $36^m 3^s,55 = 36^m,05917 = 0^h,600986 = 0^d,02504$ (*).

Quindi usando il ritardo diurno medio della Luna rispetto al Sole si vede che per avere l' ora della culminazione lunare a Bologna (in tempo medio locale) bisogna sottrarre la quantità

$$50^m,5 \times 0,02504 = 1^m,26$$

dall' ora della culminazione a Parigi, qualora questa fosse data pur essa in tempo medio locale.

Ma ora la culminazione della Luna a Parigi è data in tempo medio di Greenwich, e per ridurla in tempo locale bisogna aggiungere $9^m 20^s,93 = 9^m,35$.

Dal tempo medio di Bologna si passa al tempo medio dell' Europa centrale aggiungendo $14^m 35^s,52 = 14^m,59$.

In conclusione, indicando ora con $(t_1 - t_0)'$ le differenze $t_1 - t_0$ convertite, come fu detto, in minuti di tempo medio solare, si avrà

$$\text{Riduzione per il} \begin{cases} \text{levare} & -(t_1 - t_0)' - 1^m,26 + 9^m,35 + 14^m,59 = -(t_1 - t_0)' + 22^m,68 \\ \text{tramonto} & +(t_1 - t_0)' - 1^m,26 + 9^m,35 + 14^m,59 = +(t_1 - t_0)' + 22^m,68. \end{cases}$$

I risultati dei calcoli finora descritti sono contenuti nel quadro numerico I. In esso le ultime tre colonne costituiscono due tavole di riduzione separate, una per il levare e l' altra per il tramonto.

L' uso di queste tavole diventa il più semplice possibile quando per ciascuna di esse si cerchino quei valori dell' argomento che limitano i successivi minuti interi nella colonna delle riduzioni. In altre parole bisogna cercare quei valori dell' argomento che corrispondono ai valori $-5^m,50$ $-4^m,50$ $-3^m,50$ . . . nella terz' ultima colonna del quadro I, e poi quelli che corrispondono ai valori $+50^m,5$ $+49^m,50$ $+48^m,50$ . . . nell' ultima colonna del quadro stesso. Questa operazione di reversione delle due tavole si può fare mediante la rappresentazione grafica, o con l' uso di una formula quadratica d' interpolazione (come già indicai nella Nota del 1905), oppure con l' equivalente procedimento che segue.

Per tre punti dati si può sempre far passare un arco di parabola conica, rappresentata in coordinate cartesiane ortogonali dall' equazione

$$y = a + bx + cx^2 .$$

Nel caso attuale (come succede spesso in pratica), i punti da considerarsi hanno le ascisse in progressione aritmetica.

(*) Questo è il valore che si ricava dal *Nautical Almanac* 1917; esso proviene dalla compensazione delle longitudini europee fatta dal prof. Th. Albrecht.

Indichiamo con (x_{-1}, y_{-1}) (x_0, y_0) (x_{+1}, y_{+1}) il gruppo di tre punti per i quali si vuol far passare l' arco di parabola. Poniamo l' origine delle coordinate nel punto intermedio (x_0, y_0) e prendiamo come unità di misura per le ascisse l' intervallo costante $x_0 - x_{-1} = x_{+1} - x_0$. Allora si avrà

$$y_{-1} = a - b + c$$
$$y_0 = a$$
$$y_{+1} = a + b + c$$

da cui risulta

$$a = y_0 \qquad 2b = y_{+1} - y_{-1} \qquad 2c = y_{+1} + y_{-1} - 2y_0 .$$

Queste formule semplicissime determinano i coefficienti dell' equazione della parabola.

Ciò fatto, si passa a calcolare quel valore di x che corrisponde a un dato valore di y. Si avrà

$$cx^2 + bx + a - y = 0$$

$$x^2 + \frac{b}{c}x + \frac{a-y}{c} = 0$$

ossia coi simboli soliti

$$x^2 + px + q = 0 .$$

Indichiamo con x' x'' le due radici dell' equazione di secondo grado: il metodo più comodo in pratica per calcolarle numericamente consiste nell' usare le due relazioni

$$x' + x'' = -p \qquad x' - x'' = \pm\sqrt{p^2 - 4q} ,$$

di cui la IIª si calcola coi logaritmi di addizione e sottrazione.

Nel caso attuale è manifesto che bisogna prendere quella radice per la quale la quantità $\sqrt{p^2 - 4q}$ ha il segno contrario di $-p$.

In tal maniera si ottiene il valore di x espresso in parti dell' intervallo costante fra le ascisse, e poi lo si esprime in altra unità piú opportuna secondo i casi (*).

(*) La sostituzione di un arco di parabola a un arco di curva empirica determinato da tre punti dati fornisce un metodo di calcolo molto utile in un gran numero di problemi delle Matematiche applicate, come si vede anche da ciò che segue.

I. - *Calcolare in ciascun punto dato della curva il valore della derivata* $\frac{dy}{dx}$. — Per questa si ha l' espressione

$$\frac{dy}{dx} = b + 2cx .$$

Per semplicità la reversione delle ultime tre colonne del quadro I è stata eseguita graficamente, correggendo poi, dove occorreva, la serie dei risultati della interpolazione grafica dietro quella nota regola che dice che un errore di una unità nell' ultima cifra si rivela raddoppiato e con segno contrario nella differenza seconda corrispondente.

Così fu ottenuto il quadro II, dal quale si passa direttamente alla tavola D, che presenta i risultati nella forma definitiva e più comoda in pratica.

***

Calcolo della tavola per ridurre il levare e tramontar della Luna dall' orizzonte di Parigi a quello di Roma.

Questo calcolo fu eseguito precisamente come l' altro precedente.

In Roma ho considerato l' Osservatorio astronomico del Collegio romano, di cui la posizione geografica, secondo il *Nautical Almanac* 1917, è la seguente:

$$\varphi = 41^\circ 53' 53'',6 \qquad \lambda = 49^m 55^s,36 \text{ E. di Gr.} = 40^m 34^s,43 \text{ E. di Parigi.}$$

In frazione di giorno la differenza di longitudine tra Roma e Parigi vale 0,028176 e quindi, col valor medio ($50^m,5$) del ritardo diurno della Luna rispetto al Sole, si ha

$$50^m,5 \times 0,028176 = 1^m,42.$$

Dunque l' ora della culminazione della Luna a Roma (in tempo medio locale) si ottiene sottraendo $1^m,42$ dall' ora della culminazione a Parigi (pure espressa in tempo medio locale).

II. - *Determinare sulla curva empirica i punti di massimo e minimo* (punti tropici). — Essendo per questi punti

$$b + 2cx = 0,$$

le coordinate di un punto tropico sono date da

$$x = -\frac{b}{2c} \qquad y = a + x(b + cx).$$

Sostituendo qui per b e c i loro valori in funzione delle ordinate date, si trova

$$x = \frac{1}{2}\frac{y_{+1} - y_{-1}}{2y_0 - (y_{+1} + y_{-1})} \qquad y = y_0 + \frac{1}{8}\frac{(y_{+1} - y_{-1})^2}{2y_0 + (y_{+1} + y_{-1})}.$$

Si è ammesso che i punti dati abbiano le ascisse equidifferenti. Ma è facile applicare lo stesso metodo anche quando tale condizione non è verificata.

Ma ora la *Connaissance des Temps* dà la culminazione a Parigi in tempo medio di Greenwich, e da questo si passa al tempo medio di Parigi aggiungendo $9^m 20^s,93 = 9^m,35$.

Quindi per ridurre la culminazione della Luna da Parigi a Roma bisogna applicare al dato della *Connaissance des Temps* la correzione $+ 9^m,35 - 1^m,42 = + 7^m,93$. Così si ottiene la culminazione a Roma in tempo medio locale.

Dal tempo medio di Roma (Collegio romano) si passa al tempo medio dell' Europa centrale aggiungendo $10^m 4^s,64 = 10^m,08$.

In conclusione, per ridurre la culminazione della Luna da Parigi a Roma e ottenerla espressa in tempo medio dell' Europa centrale, bisogna applicare al dato della *Connaissance des Temps* la correzione $+ 7^m,93 + 10^m,08 = + 18^m,01$.

Indicando poi con $(t_1 - t_0)'$, come prima, le differenze $t_1 - t_0$ convertite in minuti di tempo medio solare, si calcolano le riduzioni del levare e tramontar della Luna da Parigi a Roma come segue:

$$\text{Riduzione per il} \begin{cases} \text{levare} & = - (t_1 - t_0)' + 18^m,01 \\ \text{tramonto} & = + (t_1 - t_0)' + 18^m,01. \end{cases}$$

I risultati dei calcoli ora descritti sono contenuti nel quadro III, dal quale si è poi ottenuta per via di interpolazione grafica, in forma definitiva, la tavola E.

*
* *

Calcolo delle tavole per ridurre il levare e tramontar del Sole e della Luna da Roma a un altro luogo qualunque in Italia e nelle regioni circonvicine.

Queste due tavole (F e G) sono state ottenute col metodo già indicato sopra. Esse sono a doppia entrata e nel senso orizzontale procedono di grado in grado, da 36° a 47° di latitudine geografica. I limiti delle due tavole nel senso verticale dipendono dal fatto che per il Sole e per la Luna i valori estremi possibili dell' arco semidiurno a Roma sono rispettivamente $\begin{cases} 4^h 32^m \\ 7\ 35 \end{cases}$ e $\begin{cases} 4^h\ 5^m \\ 8\ 18 \end{cases}$ in tempo medio solare.

Il modo di usare queste tavole è facile da intendersi e qui sarebbero fuor di luogo ulteriori spiegazioni in proposito (*).

Così pure sono chiare per sè stesse le altre tavole ausiliari segnate H, K, L, M, N e P.

(*) Due tavole analoghe, relative a Bologna come punto di partenza, sono date nella mia Nota del 1905, già citata in principio.

Le ultime due tavole contengono i valori dell' arco semidiurno per i paralleli di Bologna e di Roma, di grado in grado di declinazione da zero fino a $\pm 30°$. Esse sono destinate specialmente al calcolo del levare e tramontar dei pianeti. L' effetto della rifrazione sull' arco semidiurno t_0 fu calcolato in minuti di tempo mediante la formula

$$\Delta t_0 = \frac{1}{15} \frac{35'}{\cos\varphi \cos\delta \sin t_0},$$

dove i $35'$ rappresentano la rifrazione astronomica all' orizzonte.

In ambedue le tavole la serie dei valori dell' arco semidiurno apparente fu regolarizzata in base all' andamento delle differenze seconde, correggendo così in pochi casi i piccoli errori inevitabili dell' ultima cifra.

QUADRO I. — **Elementi e risultati del calcolo che dà le riduzioni da Parigi a Bologna per il levare e tramontare della Luna.**

N.°	t'_0	t_0	t_1	$t_1 - t_0$	4,1403 × $(t_1 - t_0)$	Riduzione del levare			t'_0	Riduzione del tramonto		
	m	o	o	o	m	m			h m	m		
1	190	45,890	53,275	+ 7,385	+ 30,58	— 7,90			3 10	+ 53,26		
							+ 225				— 225	
2	200	48,306	55,149	+ 6,843	+ 28,33	— 5,65		— 12	3 20	51,01		+ 12
							+ 213				— 213	
3	210	50,721	57,050	+ 6,329	+ 26,20	— 3,52		— 10	3 30	48,88		+ 10
							+ 203				— 203	
4	220	53,137	58,977	+ 5,840	+ 24,17	— 1,49		— 10	3 40	46,85		+ 10
							+ 193				— 193	
5	230	55,552	60,924	+ 5,372	+ 22.24	+ 0,44		— 8	3 50	44,92		+ 8
							+ 185				— 185	
6	240	57.967	62,891	+ 4,924	+ 20,39	+ 2,29		— 7	4 0	43,07		+ 7
							+ 178				— 178	
7	250	60.382	64,876	+ 4,494	+ 18,61	+ 4,07		— 6	4 10	41.29		+ 6
							+ 172				— 172	
8	260	62,798	66,876	+ 4,078	+ 16,89	+ 5,79		— 5	4 20	39,57		+ 5
							+ 167				— 167	
9	270	65,213	68,889	+ 3,676	+ 15,22	+ 7,46		— 5	4 30	37,90		+ 5
							+ 162				— 162	
10	280	67.628	70,914	+ 3,286	+ 13,60	+ 9,08		— 5	4 40	36,28		+ 5
							+ 157				— 157	
11	290	70,044	72,949	+ 2,905	+ 12,03	+ 10,65		— 4	4 50	34,71		+ 4
							+ 153				— 153	
12	300	72,459	74,994	+ 2,535	+ 10,50	+ 12,18		— 2	5 0	33,18		+ 2
							+ 151				— 151	
13	310	74,874	77,045	+ 2,171	+ 8,99	+ 13,69		— 3	5 10	31,67		+ 3
							+ 148				— 148	
14	320	77,290	79,104	+ 1,814	+ 7,51	+ 15,17		— 3	5 20	30,19		+ 3
							+ 145				— 145	
15	330	79,705	81,168	+ 1,463	+ 6,06	+ 16,62		— 1	5 30	28,74		+ 1
							+ 144				— 144	
16	340	82,120	83,236	+ 1,116	+ 4,62	+ 18,06		— 2	5 40	27,30		+ 2
							+ 142				— 142	
17	350	84,535	85,307	+ 0,772	+ 3,20	+ 19,48		0	5 50	25,88		0
							+ 142				— 142	
18	360	86.951	87,381	+ 0,430	+ 1,78	+ 20,90		— 1	6 0	24,46		+ 1
							+ 141				— 141	
19	370	89,366	89,455	+ 0,089	+ 0,37	+ 22,31		0	6 10	23,05		0

QUADRO I. (*continuaz.*) — **Elementi e risultati del calcolo che dà le riduzioni da Parigi a Bologna per il levare e tramontare della Luna.**

N.°	t'_0	t_0	t_1	$t_1 - t_0$	4,1408 × $(t_1 - t_0)$	Riduzione del levare			t'_0	Riduzione del tramonto		
	m	o	o	o	m	m			h m	m		
19	370	89,366	89,455	+ 0,089	+ 0,37	+ 22,31		0	6 10	+ 23,05		0
							+ 141				— 141	
20	380	91,781	91,530	— 0,251	— 1,04	+ 23,72		0	6 20	+ 21,64		0
							+ 141				— 141	
21	390	94,197	93,605	— 0,592	— 2,45	+ 25,13		+ 1	6 30	+ 20,23		— 1
							+ 142				— 142	
22	400	96,612	95,677	— 0,935	— 3,87	+ 26,55		+ 1	6 40	+ 18,81		— 1
							+ 143				— 143	
23	410	99,027	97,747	— 1,280	— 5,30	+ 27,98		+ 2	6 50	+ 17,38		— 2
							+ 145				— 145	
24	420	101,443	99,813	— 1,630	— 6,75	+ 29,43		+ 1	7 0	+ 15,93		— 1
							+ 146				— 146	
25	430	103,858	101,875	— 1,983	— 8,21	+ 30,89		+ 3	7 10	+ 14,47		— 3
							+ 149				— 149	
26	440	106,273	103,930	— 2,343	— 9,70	+ 32,38		+ 3	7 20	+ 12,98		— 3
							+ 152				— 152	
27	450	108,688	105,976	— 2,712	— 11,22	+ 33,90		+ 3	7 30	+ 11,46		— 3
							+ 155				— 155	
28	460	111,104	108,019	— 3,085	— 12,77	+ 35.45		+ 4	7 40	+ 9,91		— 4
							+ 159				— 159	
29	470	113,519	110,050	— 3,469	— 14,36	+ 37,04		+ 5	7 50	+ 8,32		— 5
							+ 164				— 164	
30	480	115,934	112,068	— 3,866	— 16,00	+ 38,68		+ 6	8 0	+ 6,68		— 6
							+ 170				— 170	
31	490	118,350	114,076	— 4,274	— 17,70	+ 40,38		+ 5	8 10	+ 4,98		— 5
							+ 175				— 175	
32	500	120,765	116,069	— 4,696	— 19,45	+ 42,13		+ 6	8 20	+ 3,23		— 6
							+ 181				— 181	
33	510	123,180	118,045	— 5,135	— 21,26	+ 43,94		+ 8	8 30	+ 1,42		— 8
							+ 189				— 189	
34	520	125,596	120,004	— 5,592	— 23,15	+ 45,83		+ 9	8 40	— 0,47		— 9
							+ 198				— 198	
35	530	128,011	121,942	— 6,069	— 25,13	+ 47,81		+ 10	8 50	— 2,45		— 10
							+ 208				— 208	
36	540	130,426	123,855	— 6,571	— 27,21	+ 49,89		+ 9	9 0	— 4,53		— 9
							+ 217				— 217	
37	550	132,841	125,745	— 7,096	— 29,38	+ 52,06			9 10	— 6,70		

Quadro II. — **Risultati della interpolazione grafica eseguita sulle riduzioni del levare e tramontar della Luna da Parigi a Bologna.**

Levare								Tramonto							
Riduz.	t'_0			Riduz.	t'_0			Riduz.	t'_0			Riduz.	t'_0		
m	h	m		m	h	m		m	h	m		m	h	m	
— 4,5	3	25,3	+ 48	+ 23,5	6	18,3	+ 71	+ 50,5	3	22,4	+ 46	+ 22,5	6	13,9	+ 72
— 3,5	3	30,1	+ 49	+ 24,5	6	25,4	+ 70	+ 49,5	3	27,0	+ 47	+ 21,5	6	21,1	+ 71
— 2,5	3	35,0	+ 50	+ 25,5	6	32,4	+ 70	+ 48,5	3	31,7	+ 49	+ 20,5	6	28,2	+ 70
— 1,5	3	40,0	+ 52	+ 26,5	6	39,4	+ 70	+ 47,5	3	36,6	+ 51	+ 19,5	6	35,2	+ 69
— 0,5	3	45,2	+ 53	+ 27,5	6	46,4	+ 70	+ 46,5	3	41,7	+ 52	+ 18,5	6	42,1	+ 69
+ 0,5	3	50,5	+ 53	+ 28,5	6	53,4	+ 70	+ 45,5	3	46,9	+ 54	+ 17,5	6	49,0	+ 69
+ 1,5	3	55,8	+ 54	+ 29,5	7	0,4	+ 69	+ 44,5	3	52,3	+ 54	+ 16,5	6	55,9	+ 68
+ 2,5	4	1,2	+ 56	+ 30,5	7	7,3	+ 68	+ 43,5	3	57,7	+ 55	+ 15,5	7	2,7	+ 68
+ 3,5	4	6,8	+ 57	+ 31,5	7	14,1	+ 67	+ 42,5	4	3,2	+ 56	+ 14,5	7	9,5	+ 67
+ 4,5	4	12.5	+ 59	+ 32,5	7	20,8	+ 66	+ 41,5	4	8,8	+ 57	+ 13,5	7	16,2	+ 67
+ 5,5	4	18,4	+ 59	+ 33,5	7	27,4	+ 65	+ 40,5	4	14,5	+ 58	+ 12,5	7	22,9	+ 67
+ 6,5	4	24,3	+ 59	+ 34,5	7	33,9	+ 63	+ 39,5	4	20,3	+ 60	+ 11,5	7	29,6	+ 67
+ 7.5	4	30,2	+ 60	+ 35,5	7	40,2	+ 63	+ 38,5	4	26,3	+ 61	+ 10,5	7	36,3	+ 65
+ 8,5	4	36,2	+ 62	+ 36,5	7	46.5	+ 63	+ 37,5	4	32,4	+ 63	+ 9,5	7	42,8	+ 63
+ 9,5	4	42,4	+ 63	+ 37,5	7	52,8	+ 61	+ 36,5	4	38,7	+ 63	+ 8,5	7	49,1	+ 61
+ 10,5	4	48,7	+ 65	+ 38,5	7	58,9	+ 59	+ 35,5	4	45,0	+ 64	+ 7,5	7	55,2	+ 60
+ 11,5	4	55,2	+ 66	+ 39,5	8	4,8	+ 58	+ 34,5	4	51,4	+ 64	+ 6.5	8	1,2	+ 58
+ 12,5	5	1,8	+ 67	+ 40,5	8	10,6	+ 57	+ 33,5	4	57,8	+ 66	+ 5,5	8	7,0	+ 57
+ 13,5	5	8,5	+ 68	+ 41,5	8	16,3	+ 57	+ 32,5	5	4,4	+ 67	+ 4,5	8	12,7	+ 57
+ 14,5	5	15,3	+ 69	+ 42,5	8	22,0	+ 56	+ 31,5	5	11,1	+ 67	+ 3,5	8	18,4	+ 56
+ 15,5	5	22,2	+ 69	+ 43,5	8	27,6	+ 54	+ 30,5	5	17,8	+ 68	+ 2,5	8	24,0	+ 56
+ 16,5	5	29,1	+ 70	+ 44,5	8	33,0	+ 52	+ 29,5	5	24,6	+ 69	+ 1,5	8	29,6	+ 54
+ 17,5	5	36.1	+ 70	+ 45,5	8	38,2	+ 52	+ 28,5	5	31,5	+ 70	+ 0,5	8	35,0	+ 52
+ 18,5	5	43.1	+ 71	+ 46,5	8	43,4	+ 51	+ 27,5	5	38,5	+ 70	— 0,5	8	40,2	+ 50
+ 19,5	5	50,2	+ 71	+ 47.5	8	48.5	+ 49	+ 26,5	5	45,5	+ 70	— 1,5	8	45,2	+ 49
+ 20,5	5	57,3	+ 70	+ 48,5	8	53,4	+ 48	+ 25,5	5	52,5	+ 71	— 2,5	8	50,1	+ 49
+ 21,5	6	4,3	+ 70	+ 49,5	8	58,2		+ 24,5	5	59,6	+ 71	— 3,5	8	55,0	+ 48
+ 22,5	6	11,3						+ 23,5	6	6,7		— 4,5	8	59,8	

TAVOLA D. — **Riduzione del levare e tramontar della Luna dall' orizzonte di Parigi a quello di Bologna.**

N B. — L'argomento della tavola è l' arco semidiurno (in tempo medio) che si ottiene dalla *Connaissance des Temps* o dall' Annuario del *Bureau des Longitudes* (annate posteriori al 1915) prendendo la differenza tra l' ora del levare (o del tramonto) e l' ora della culminazione superiore a Parigi. I risultati sono espressi in tempo medio dell' Europa centrale.

Levare				Tramonto			
Arco semidiurno a Parigi	Riduzione a Bologna	Arco semidiurno a Parigi	Riduzione a Bologna	Arco semidiurno a Parigi	Riduzione a Bologna	Arco semidiurno a Parigi	Riduzione a Bologna
h m	m	h m	m	h m	m	h m	m
3 25,3		6 11,3		3 22,4		6 13,9	
	— 4		+ 23		+ 50		+ 22
3 30,1		6 18,3		3 27,0		6 21,1	
	— 3		+ 24		+ 49		+ 21
3 35,0		6 25,4		3 31,7		6 28,2	
	— 2		+ 25		+ 48		+ 20
3 40,0		6 32,4		3 36,6		6 35,2	
	— 1		+ 26		+ 47		+ 19
3 45,2		6 39,4		3 41,7		6 42,1	
	0		+ 27		+ 46		+ 18
3 50,5		6 46,4		3 46,9		6 49,0	
	+ 1		+ 28		+ 45		+ 17
3 55,8		6 53,4		3 52,3		6 55,9	
	+ 2		+ 29		+ 44		+ 16
4 1,2		7 0,4		3 57.7		7 2,7	
	+ 3		+ 30		+ 43		+ 15
4 6,8		7 7,3		4 3,2		7 9,5	
	+ 4		+ 31		+ 42		+ 14
4 12,5		7 14,1		4 8,8		7 16,2	
	+ 5		+ 32		+ 41		+ 13
4 18,4		7 20,8		4 14,5		7 22,9	
	+ 6		+ 33		+ 40		+ 12
4 24,3		7 27,4		4 20,3		7 29,6	
	+ 7		+ 34		+ 39		+ 11
4 30,2		7 33,9		4 26,3		7 36,3	
	+ 8		+ 35		+ 38		+ 10
4 36,2		7 40,2		4 32,4		7 42,8	
	+ 9		+ 36		+ 37		+ 9
4 42,4		7 46,5		4 38,7		7 49,1	
	+ 10		+ 37		+ 36		+ 8
4 48,7		7 52,8		4 45,0		7 55,2	
	+ 11		+ 38		+ 35		+ 7
4 55,2		7 58,9		4 51,4		8 1,2	
	+ 12		+ 39		+ 34		+ 6
5 1,8		8 4,8		4 57,8		8 7,0	
	+ 13		+ 40		+ 33		+ 5
5 8,5		8 10,6		5 4,4		8 12,7	
	+ 14		+ 41		+ 32		+ 4
5 15,3		8 16,3		5 11,1		8 18,4	
	+ 15		+ 42		+ 31		+ 3
5 22,2		8 22,0		5 17,8		8 24,0	
	+ 16		+ 43		+ 30		+ 2
5 29,1		8 27,6		5 24,6		8 29,6	
	+ 17		+ 44		+ 29		+ 1
5 36,1		8 33,0		5 31,5		8 35,0	
	+ 18		+ 45		+ 28		0
5 43,1		8 38,2		5 38,5		8 40,2	
	+ 19		+ 46		+ 27		— 1
5 50,2		8 43,4		5 45,5		8 45,2	
	+ 20		+ 47		+ 26		— 2
5 57,3		8 48,5		5 52,5		8 50,1	
	+ 21		+ 48		+ 25		— 3
6 4,3		8 53,4		5 59,6		8 55,0	
	+ 22		+ 49		+ 24		— 4
6 11,3		8 58,2		6 6,7		8 59,8	
					+ 23		
				6 13,9			

QUADRO III. — **Elementi e risultati del calcolo che dà le riduzioni da Parigi a Roma per il levare e tramontare della Luna.**

N.°	t'_0	t_0	t_1	$t_1 - t_0$	4,1403 × $(t_1 - t_0)$	Riduzione del levare			t'_0	Riduzione del tramonto		
	m	o	o	o	m	m			h m	m		
1	190	45,890	56,908	+11,018	+ 45,62	— 27,61			3 10	+ 63,63		
							— 321				— 321	
2	200	48,306	58,549	+10,243	+ 42,41	— 24,40		+ 14	3 20	+ 60,42		+ 14
							— 307				— 307	
3	210	50,721	60,223	+ 9,502	+ 39,34	— 21,33		+ 12	3 30	+ 57,35		+ 12
							— 295				— 295	
4	220	53,137	61,928	+ 8,791	+ 36,39	— 18,38		+ 12	3 40	+ 54,40		+ 12
							— 283				— 283	
5	230	55,552	63,658	+ 8,106	+ 33.56	— 15,55		+ 10	3 50	+ 51,57		+ 10
							— 273				— 273	
6	240	57,967	65,413	+ 7,446	+ 30,83	— 12,82		+ 9	4 0	+ 48,84		+ 9
							— 264				— 264	
7	250	60,382	67,190	+ 6,808	+ 28,19	— 10,18		+ 7	4 10	+ 46,20		+ 7
							— 257				— 257	
8	260	62,798	68,986	+ 6,188	+ 25,62	— 7,61		+ 8	4 20	+ 43,63		+ 8
							— 249				— 249	
9	270	65,213	70,800	+ 5,587	+ 23,13	— 5,12		+ 6	4 30	+ 41,14		+ 6
							— 243				— 243	
10	280	67,628	72,628	+ 5,000	+ 20,70	— 2,69		+ 6	4 40	+ 38,71		+ 6
							— 237				— 237	
11	290	70,044	74,471	+ 4,427	+ 18,33	— 0,32		+ 5	4 50	+ 36,34		+ 5
							— 232				— 232	
12	300	72,459	76,325	+ 3,866	+ 16,01	+ 2,00		+ 3	5 0	+ 34,02		+ 3
							— 229				— 229	
13	310	74,874	78,188	+ 3,314	+ 13,72	+ 4,29		+ 4	5 10	+ 31,73		+ 4
							— 225				— 225	
14	320	77,290	80,061	+ 2,771	+ 11,47	+ 6,54		+ 4	5 20	+ 29,48		+ 4
							— 221				— 221	
15	330	79,705	81,941	+ 2,236	+ 9,26	+ 8,75		+ 2	5 30	+ 27,27		+ 2
							— 219				— 219	
16	340	82,120	83,826	+ 1,706	+ 7,07	+ 10,94		+ 1	5 40	+ 25,08		+ 1
							— 218				— 218	
17	350	84,535	85,716	+ 1,181	+ 4,89	+ 13,12		+ 1	5 50	+ 22,90		+ 1
							— 217				— 217	
18	360	86,951	87,609	+ 0,658	+ 2,72	+ 15,29		+ 2	6 0	+ 20,73		+ 2
							— 215				— 215	
19	370	89,366	89,503	+ 0,137	+ 0,57	+ 17,44		— 1	6 10	+ 18,58		— 1

QUADRO III. (*continuaz.*) — **Elementi e risultati del calcolo che dà le riduzioni da Parigi a Roma per il levare e tramontare della Luna.**

N.°	t'_0	t_0	t_1	$t_1 - t_0$	4,1403 × $(t_1 - t_0)$	Riduzione del levare			t'_0	Riduzione del tramonto		
	m	o	o	o	m	m			h m	m		
19	370	89,366	89,503	+ 0,137	+ 0,57	+ 17,44		— 1	6 10	+ 18,58		— 1
							— 216				— 216	
20	380	91,781	91,397	— 0,384	— 1,59	+ 19,60		0	6 20	+ 16,42		0
							— 216				— 216	
21	390	94,197	93,290	— 0,907	— 3,77	+ 21,76		— 1	6 30	+ 14,26		— 1
							— 217				— 217	
22	400	96,612	95,182	— 1,430	— 5,92	+ 23,93		— 1	6 40	+ 12,09		— 1
							— 218				— 218	
23	410	99,027	97,070	— 1,957	— 8,10	+ 26,11		— 3	6 50	+ 9,91		— 3
							— 221				— 221	
24	420	101,443	98,953	— 2,490	— 10,31	+ 28,32		— 2	7 0	+ 7,70		— 2
							— 223				— 223	
25	430	103,858	100,830	— 3,028	— 12,54	+ 30,55		— 3	7 10	+ 5,47		— 3
							— 226				— 226	
26	440	106,273	102,698	— 3,575	— 14,80	+ 32,81		— 4	7 20	+ 3,21		— 4
							— 230				— 230	
27	450	108,688	104,557	— 4,131	— 17,10	+ 35,11		— 5	7 30	+ 0,91		— 5
							— 235				— 235	
28	460	111,104	106,407	— 4,697	— 19,45	+ 37,46		— 5	7 40	— 1,44		— 5
							— 240				— 240	
29	470	113,519	108,242	— 5,277	— 21,85	+ 39,86		— 6	7 50	— 3,84		— 6
							— 246				— 246	
30	480	115,934	110,063	— 5,871	— 24,31	+ 42,32		— 6	8 0	— 6,30		— 6
							— 252				— 252	
31	490	118,350	111,869	— 6,481	— 26,83	+ 44,84		— 8	8 10	— 8,82		— 8
							— 260				— 260	
32	500	120,765	113,656	— 7,109	— 29,43	+ 47,44		— 9	8 20	— 11,42		— 9
							— 269				— 269	
33	510	123,180	115,423	— 7,757	— 32,12	+ 50,13		— 9	8 30	— 14,11		— 9
							— 278				— 278	
34	520	125,596	117,167	— 8,429	— 34,90	+ 52,91		— 11	8 40	— 16,89		— 11
							— 289				— 289	
35	530	128,011	118,886	— 9,125	— 37,77	+ 55,80		— 11	8 50	— 19,78		— 11
							— 300				— 300	
36	540	130,426	120,575	— 9,851	— 40,79	+ 58,80		— 12	9 0	— 22,78		— 12
							— 312				— 312	
37	550	132,841	122,235	—10,606	— 43,91	+ 61,92			9 10	— 25,90		

TAVOLA E. — **Riduzione del levare e tramontar della Luna dall' orizzonte di Parigi a quello di Roma.**

N B. — L' argomento della tavola è l' arco semidiurno (in tempo medio) che si ottiene dalla *Connaissance des Temps* o dall' Annuario del *Bureau des Longitudes* (annate posteriori al 1915) prendendo la differenza tra l' ora del levare (o del tramonto) e l' ora della culminazione superiore a Parigi. I risultati sono espressi in tempo medio dell' Europa centrale.

Levare

Arco semidiurno a Parigi	Riduzione a Roma	Arco semidiurno a Parigi	Riduzione a Roma	Arco semidiurno a Parigi	Riduzione a Roma
h m	m	h m	m	h m	m
3 23,0	— 23	5 10,7	+ 5	7 18,6	+ 33
3 26,3	— 22	5 15,2	+ 6	7 23,0	+ 34
3 29,6	— 21	5 19,7	+ 7	7 27,3	+ 35
3 32,9	— 20	5 24,2	+ 8	7 31,7	+ 36
3 36,3	— 19	5 28,8	+ 9	7 36,0	+ 37
3 39,7	— 18	5 33,4	+ 10	7 40,2	+ 38
3 43,1	— 17	5 38,0	+ 11	7 44,2	+ 39
3 46,6	— 16	5 42,5	+ 12	7 48,1	+ 40
3 50,2	— 15	5 47,0	+ 13	7 52,1	+ 41
3 53,8	— 14	5 51,6	+ 14	7 56,2	+ 42
3 57,5	— 13	5 56,3	+ 15	8 0,3	+ 43
4 1,1	— 12	6 0,9	+ 16	8 4,4	+ 44
4 4,8	— 11	6 5,5	+ 17	8 8,4	+ 45
4 8,6	— 10	6 10,1	+ 18	8 12,4	+ 46
4 12,4	— 9	6 14,7	+ 19	8 16,3	+ 47
4 16,3	— 8	6 19,4	+ 20	8 20,2	+ 48
4 20,3	— 7	6 24,1	+ 21	8 24,1	+ 49
4 24,3	— 6	6 28,7	+ 22	8 27,9	+ 50
4 28,3	— 5	6 33.3	+ 23	8 31,5	+ 51
4 32,4	— 4	6 37,9	+ 24	8 35,0	+ 52
4 36,5	— 3	6 42,5	+ 25	8 38,4	+ 53
4 40,7	— 2	6 47,0	+ 26	8 41,8	+ 54
4 44,9	— 1	6 51,5	+ 27	8 45,3	+ 55
4 49,1	± 0	6 56,1	+ 28	8 48,8	+ 56
4 53,3	+ 1	7 0,7	+ 29	8 52,3	+ 57
4 57,6	+ 2	7 5,2	+ 30	8 55,7	+ 58
5 1,9	+ 3	7 9,7	+ 31	8 59,0	
5 6,3	+ 4	7 14,2	+ 32		
5 10,7		7 18,6			

Tramonto

Arco semidiurno a Parigi	Riduzione a Roma	Arco semidiurno a Parigi	Riduzione a Roma	Arco semidiurno a Parigi	Riduzione a Roma
h m	m	h m	h	h m	m
3 23,0	+ 59	5 11,0	+ 31	7 18,7	+ 3
3 26,3	+ 58	5 15,4	+ 30	7 23,0	+ 2
3 29,5	+ 57	5 19,9	+ 29	7 27,3	+ 1
3 32,7	+ 56	5 24,3	+ 28	7 31,7	± 0
3 36,0	+ 55	5 28,8	+ 27	7 36,0	— 1
3 39,5	+ 54	5 33,4	+ 26	7 40,2	— 2
3 43,0	+ 53	5 38,0	+ 25	7 44,2	— 3
3 46,5	+ 52	5 42,6	+ 24	7 48,3	— 4
3 50,1	+ 51	5 47,3	+ 23	7 52,5	— 5
3 53,8	+ 50	5 51,9	+ 22	7 56,7	— 6
3 57,5	+ 49	5 56,5	+ 21	8 0,8	— 7
4 1,3	+ 48	6 1,0	+ 20	8 4,7	— 8
4 5,1	+ 47	6 5,6	+ 19	8 8,5	— 9
4 8,8	+ 46	6 10,2	+ 18	8 12,4	— 10
4 12,6	+ 45	6 14,9	+ 17	8 16,3	— 11
4 16,5	+ 44	6 19,5	+ 16	8 20,2	— 12
4 20,5	+ 43	6 24,1	+ 15	8 24,1	— 13
4 24,5	+ 42	6 28,8	+ 14	8 27,9	— 14
4 28,4	+ 41	6 33,6	+ 13	8 31.5	— 15
4 32,4	+ 40	6 38,3	+ 12	8 35,0	— 16
4 36,5	+ 39	6 42,8	+ 11	8 38,5	— 17
4 40,7	+ 38	6 47,2	+ 10	8 42,0	— 18
4 45,0	+ 37	6 51,6	+ 9	8 45,5	— 19
4 49,2	+ 36	6 56,1	+ 8	8 49,0	— 20
4 53,5	+ 35	7 0,7	+ 7	8 52,4	— 21
4 57,9	+ 34	7 5,3	+ 6	8 55,7	— 22
5 2,3	+ 33	7 9,8	+ 5	8 59,0	
5 6,7	+ 32	7 14,3	+ 4		
5 11,0		7 18,7			

TAVOLA F. — **Riduzione del levare e tramontare del Sole da Roma a un altro luogo qualunque in Italia.**

Avvertenza. — Per ogni valore della riduzione il segno superiore vale per il levare e il segno inferiore per il tramonto.

Arco semidiurno del Sole a Roma	36°		37°		38°		39°		40°		41°	
	Riduzione	Variazione per 1m	Riduzione	Variazione per 1m	Riduzione	Variazione per 1m	Riduzione	Variazione per 1m	Riduzione	Variazione per 1m	Riduzione	Variazione per 1m
h m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
4 30	∓ 17,7		∓ 15,0		∓ 12,1		∓ 9,1		∓ 6,1		∓ 3,0	
		0,21		0,18		0,14		0,10		0,07		0,04
4 40	∓ 15,6		∓ 13,2		∓ 10,7		∓ 8,1		∓ 5,4		∓ 2,6	
		0,20		0,17		0,14		0,11		0,07		0,03
4 50	∓ 13,6		∓ 11,5		∓ 9,3		∓ 7,0		∓ 4,7		∓ 2,3	
		0,20		0,17		0,14		0,10		0,07		0,04
5 0	∓ 11,6		∓ 9,8		∓ 7,9		∓ 6,0		∓ 4,0		∓ 1,9	
		0,20		0,17		0,14		0,11		0,07		0,03
5 10	∓ 9,6		∓ 8,1		∓ 6,5		∓ 4,9		∓ 3,3		∓ 1,6	
		0,19		0,16		0,13		0,10		0,07		0,03
5 20	∓ 7,7		∓ 6,5		∓ 5,2		∓ 3,9		∓ 2,6		∓ 1,3	
		0,20		0,17		0,13		0,10		0,07		0,04
5 30	∓ 5,7		∓ 4,8		∓ 3,9		∓ 2,9		∓ 1,9		∓ 0,9	
		0,19		0,16		0,13		0,09		0,06		0,03
5 40	∓ 3,8		∓ 3,2		∓ 2,6		∓ 2,0		∓ 1,3		∓ 0,6	
		0,19		0,16		0,13		0,10		0,07		0,03
5 50	∓ 1,9		∓ 1,6		∓ 1,3		∓ 1,0		∓ 0,6		∓ 0,3	
		0,19		0,16		0,13		0,10		0,06		0,03
6 0	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
		0,19		0,16		0,13		0,10		0,06		0,03
6 10	± 1,9		± 1,6		± 1,3		± 1,0		± 0,6		± 0,3	
		0,19		0,16		0,13		0,10		0,07		0,03
6 20	± 3,8		± 3,2		± 2,6		± 2,0		± 1,3		± 0,6	
		0,19		0,16		0,13		0,09		0,06		0,03
6 30	± 5,7		± 4,8		± 3,9		± 2,9		± 1,9		± 0,9	
		0,20		0,17		0,13		0,10		0,07		0,04
6 40	± 7,7		± 6,5		± 5,2		± 3,9		± 2,6		± 1,3	
		0,19		0,16		0,13		0,10		0,07		0,03
6 50	± 9,6		± 8,1		± 6,5		± 4,9		± 3,3		± 1,6	
		0,20		0,17		0,14		0,11		0,07		0,03
7 0	± 11,6		± 9,8		± 7,9		± 6,0		± 4,0		± 1,9	
		0,20		0,17		0,14		0,10		0,07		0,04
7 10	± 13,6		± 11,5		± 9,3		± 7,0		± 4,7		± 2,3	
		0,20		0,17		0,14		0,11		0,07		0,03
7 20	± 15,6		± 13,2		± 10,7		± 8,1		± 5,4		± 2,6	
		0,21		0,18		0,14		0,10		0,07		0,04
7 30	± 17,7		± 15,0		± 12,1		± 9,1		± 6,1		± 3,0	
		0,22		0,18		0,15		0,12		0,08		0,04
7 40	± 19,9		± 16,8		± 13,6		± 10,3		± 6,9		± 3,4	

TAVOLA F. — (*continuaz.*) **Riduzione del levare e tramontare del Sole da Roma a un altro luogo qualunque in Italia.**

Avvertenza. — Per ogni valore della riduzione il segno superiore vale per il levare e il segno inferiore per il tramonto.

Arco semidiurno del Sole a Roma	42°		43°		44°		45°		46°		47°	
	Riduzione	Variazione per 1m	Riduzione	Variazione per 1m	Riduzione	Variazione per 1m	Riduzione	Variazione per 1m	Riduzione	Variazione per 1m	Riduzione	Variazione per 1m
h m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
4 30	± 0,3		± 3,7		± 7,3		± 11,0		± 14,9		± 18,9	
		0,00		0,04		0,09		0,14		0,19		0,24
4 40	± 0,3		± 3,3		± 6,4		± 9,6		± 13,0		± 16,5	
		0,01		0,05		0,09		0,13		0,18		0,23
4 50	± 0,2		± 2,8		± 5,5		± 8,3		± 11,2		± 14,2	
		0,00		0,04		0,08		0,12		0,17		0,21
5 0	± 0,2		± 2,4		± 4,7		± 7,1		± 9,5		± 12,1	
		0,01		0,05		0,09		0,13		0,17		0,21
5 10	± 0,1		± 1,9		± 3,8		± 5,8		± 7,8		± 10,0	
		0,00		0,04		0,08		0,12		0,16		0,21
5 20	± 0,1		± 1,5		± 3,0		± 4,6		± 6,2		± 7,9	
		0,00		0,03		0,07		0,12		0,16		0,20
5 30	± 0,1		± 1,2		± 2,3		± 3,4		± 4,6		± 5,9	
		0,00		0,04		0,08		0,12		0,16		0,20
5 40	± 0,1		± 0,8		± 1,5		± 2,2		± 3,0		± 3,9	
		0,01		0,04		0,08		0,11		0,15		0,20
5 50	0,0		± 0,4		± 0,7		± 1,1		± 1,5		± 1,9	
		0,00		0,04		0,07		0,11		0,15		0,19
6 0	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
		0,00		0,04		0,07		0,11		0,15		0,19
6 10	0,0		∓ 0,4		∓ 0,7		∓ 1,1		∓ 1,5		∓ 1,9	
		0,01		0,04		0,08		0,11		0,15		0,20
6 20	∓ 0,1		∓ 0,8		∓ 1,5		∓ 2,2		∓ 3,0		∓ 3,9	
		0,00		0,04		0,08		0,12		0,16		0,20
6 30	∓ 0,1		∓ 1,2		∓ 2,3		∓ 3,4		∓ 4,6		∓ 5,9	
		0,00		0,03		0,07		0,12		0,16		0,20
6 40	∓ 0,1		∓ 1,5		∓ 3,0		∓ 4,6		∓ 6,2		∓ 7,9	
		0,00		0,04		0,08		0,12		0,16		0,21
6 50	∓ 0,1		∓ 1,9		∓ 3,8		∓ 5,8		∓ 7,8		∓ 10,0	
		0,01		0,05		0,09		0,13		0,17		0,21
7 0	∓ 0,2		∓ 2,4		∓ 4,7		∓ 7,1		∓ 9,5		∓ 12,1	
		0,00		0,04		0,08		0,12		0,17		0,21
7 10	∓ 0,2		∓ 2,8		∓ 5,5		∓ 8,3		∓ 11,2		∓ 14,2	
		0,01		0,05		0,09		0,13		0,18		0,23
7 20	∓ 0,3		∓ 3,3		∓ 6,4		∓ 9,6		∓ 13,0		∓ 16,5	
		0,00		0,04		0,09		0,14		0,19		0,24
7 30	∓ 0,3		∓ 3,7		∓ 7,3		∓ 11,0		∓ 14,9		∓ 18,9	
		0,00		0,05		0,09		0,14		0,19		0,25
7 40	∓ 0,3		∓ 4,2		∓ 8,2		∓ 12,4		∓ 16,8		∓ 21,4	

TAVOLA G. — **Riduzione del levare e tramontare della Luna da Roma a un altro luogo qualunque in Italia.**

Avvertenza. — Per ogni valore della riduzione il segno superiore vale per il levare e il segno inferiore per il tramonto.

Arco semidiurno della Luna a Roma	36°		37°		38°		39°		40°		41°	
	Riduzione	Variazione per 1m	Riduzione	Variazione per 1m	Riduzione	Variazione per 1m	Riduzione	Variazione per 1m	Riduzione	Variazione per 1m	Riduzione	Variazione per 1m
h m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
4 0	∓ 27,3	0,24	∓ 23,1	0,21	∓ 18,7	0,17	∓ 14,2	0,13	∓ 9,5	0,09	∓ 4,6	0,04
4 10	∓ 24,9	0,23	∓ 21,0	0,19	∓ 17,0	0,16	∓ 12,9	0,12	∓ 8,6	0,08	∓ 4,2	0,04
4 20	∓ 22,6	0,22	∓ 19,1	0,19	∓ 15,4	0,15	∓ 11,7	0,12	∓ 7,8	0,08	∓ 3,8	0,04
4 30	∓ 20,4	0,21	∓ 17,2	0,18	∓ 13,9	9,15	∓ 10,5	0,11	∓ 7,0	0,07	∓ 3,4	0.04
4 40	∓ 18,3	0,21	∓ 15,4	0,18	∓ 12,4	0,14	∓ 9,4	0,11	∓ 6,3	0,08	∓ 3,0	0,04
4 50	∓ 16,2	0,21	∓ 13,6	0,17	∓ 11,0	0,11	∓ 8,3	0,10	∓ 5,5	0,07	∓ 2,6	0,03
5 0	∓ 14,1	0,20	∓ 11,9	0,17	∓ 9,6	0,14	∓ 7,3	0,11	∓ 4,8	0,07	∓ 2,3	0,03
5 10	∓ 12,1	0,20	∓ 10,2	0,17	∓ 8,2	0,13	∓ 6,2	0,10	∓ 4,1	0,07	∓ 2,0	0,03
5 20	∓ 10,1	0,20	∓ 8,5	0,17	∓ 6,9	0,14	∓ 5,2	0,10	∓ 3,4	0,07	∓ 1,7	0,04
5 30	∓ 8,1	0,19	∓ 6,8	0,16	∓ 5,5	0,13	∓ 4,2	0,10	∓ 2,7	0,06	∓ 1,3	0,03
5 40	∓ 6,2	0,19	∓ 5,2	0,16	∓ 4,2	0,13	∓ 3,2	0,10	∓ 2,1	0,06	∓ 1,0	0,03
5 50	∓ 4,3	0,19	∓ 3,6	0,16	∓ 2,9	0,13	∓ 2,2	0,10	∓ 1,5	0,07	∓ 0,7	0,03
6 0	∓ 2,4	0,19	∓ 2,0	0,16	∓ 1,6	0,13	∓ 1,2	0,09	∓ 0,8	0,06	∓ 0,4	0,03
6 10	∓ 0,5	0,19	∓ 0,4	0,16	∓ 0,3	0,13	∓ 0,3	0,10	∓ 0,2	0,07	∓ 0,1	0,03
6 20	± 1,4	0,19	± 1,2	0,16	± 1,0	0,13	± 0,7	0,10	± 0,5	0,06	± 0,2	0,03
6 30	± 3,3	0,19	± 2,8	0,16	± 2,3	0,13	± 1,7	0,10	± 1,1	0,07	± 0,5	0,04
6 40	± 5,2	0,19	± 4,4	0,16	± 3,6	0,13	± 2,7	0,10	± 1,8	0,07	± 0,9	0,03
6 50	± 7,1	0,20	± 6,0	0,17	± 4,9	0,13	± 3,7	0,10	± 2,5	0,06	± 1,2	0,03
7 0	± 9,1	0,20	± 7,7	0,16	± 6,2	0,13	± 4,7	0,10	± 3,1	0,07	± 1,5	0,03
7 10	± 11,1	0,20	± 9,3	0,17	± 7,5	0,14	± 5,7	0,10	± 3,8	0,07	± 1.8	0,03
7 20	± 13,1	0,20	± 11,0	0,17	± 8,9	0,14	± 6,7	0,11	± 4,5	0,07	± 2,1	0,04
7 30	± 15,1	0,21	± 12,7	0,18	± 10,3	0,14	± 7,8	0,11	± 5,2	0,08	± 2,5	0,04
7 40	± 17,2	0,21	± 14,5	0,18	± 11,7	0,15	± 8,9	0,11	± 6,0	0,07	± 2,9	0,03
7 50	± 19,3	0,21	± 16,3	0,18	± 13,2	0,15	± 10,0	0.11	± 6,7	0,07	± 3,2	0,04
8 0	± 21,4	0,23	± 18,1	0,19	± 14,7	0,15	± 11,1	0.12	± 7,4	0,08	± 3,6	0.04
8 10	± 23,7	0,24	± 20,0	0,20	± 16,2	0,16	± 12,3	0,12	± 8,2	0,08	± 4,0	0,04
8 20	± 26,1		± 22,0		± 17,8		± 13,5		± 9,0		± 4,4	

TAVOLA G. — (*continuaz.*). — **Riduzione del levare e tramontare della Luna da Roma a un altro luogo qualunque in Italia.**

Avvertenza. — Per ogni valore della riduzione il segno superiore vale per il levare e il segno inferiore per il tramonto.

Arco semidiurno della Luna a Roma	42°		43°		44°		45°		46°		47°	
	Riduzione	Variazione per 1m	Riduzione	Variazione per 1m	Riduzione	Variazione per 1m	Riduzione	Variazione per 1m	Riduzione	Variazione per 1m	Riduzione	Variazione per 1m
h m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
4 0	± 0,5	0,01	± 5,9	0,06	± 11,5	0,11	± 17,4	0,17	± 23,7	0,24	± 30,2	0,30
4 10	± 0,4	0,00	± 5,3	0,05	± 10,4	0,10	± 15,7	0,15	± 21,3	0,21	± 27,2	0,27
4 20	± 0,4	0,00	± 4,8	0,05	± 9,4	0,10	± 14,2	0,15	± 19,2	0,20	± 24,5	0,26
4 30	± 0,4	0,00	± 4,3	0,04	± 8,4	0,09	± 12,7	0,14	± 17,2	0,19	± 21,9	0,25
4 40	± 0,4	0,00	± 3,9	0,05	± 7,5	0,09	± 11,3	0,14	± 15,3	0,19	± 19,4	0,24
4 50	± 0,4	0,01	± 3,4	0,04	± 6,6	0,08	± 9,9	0,13	± 13,4	0,18	± 17,0	0,22
5 0	± 0,3	0,01	± 3,0	0,05	± 5,8	0,09	± 8,6	0,12	± 11,6	0,17	± 14,8	0,22
5 10	± 0,2	0,00	± 2,5	0,04	± 4,9	0,08	± 7,4	0,12	± 9,9	0,16	± 12,6	0,21
5 20	± 0,2	0,00	∓ 2,1	0,04	± 4,1	0,08	± 6,2	0,12	± 8,3	0,16	± 10,5	0,21
5 30	± 0,2	0,01	± 1,7	0,04	± 3,3	0,08	± 5,0	0,12	± 6,7	0,16	± 8,4	0,20
5 40	± 0,1	0,00	± 1,3	0,04	± 2,5	0,08	± 3,8	0,12	± 5,1	0,16	± 6,4	0,20
5 50	± 0,1	0,01	± 0,9	0,04	± 1,7	0,07	± 2,6	0,11	± 3,5	0,15	± 4,4	0,19
6 0	0,0	0,00	± 0,5	0,01	± 1,0	0,08	± 1,5	0,12	± 2,0	0,16	± 2,5	0,20
6 10	0,0	0,00	± 0,1	0,04	± 0,2	0,07	± 0,3	0,11	± 0,4	0,15	± 0,5	0,19
6 20	0,0	0,01	∓ 0,3	0,04	∓ 0,5	0,08	∓ 0,8	0,12	∓ 1,1	0,16	∓ 1,4	0,20
6 30	∓ 0,1	0'00	∓ 0,7	0,04	∓ 1,3	0,08	∓ 2,0	0,12	∓ 2,7	0,16	∓ 3,4	0,20
6 40	∓ 0,1	0,00	∓ 1,1	0,04	∓ 2,1	0,08	∓ 3,2	0,12	∓ 4,3	0,16	∓ 5,4	0,20
6 50	∓ 0,1	0,01	∓ 1,5	0,04	∓ 2,9	0,08	∓ 4,4	0,12	∓ 5,9	0,16	∓ 7,4	0,20
7 0	∓ 0,2	0,00	∓ 1,9	0,04	∓ 3,7	0,08	∓ 5,6	0,12	∓ 7,5	0,16	∓ 9,4	0,21
7 10	∓ 0,2	0,01	∓ 2,3	0,04	∓ 4,5	0,08	∓ 6,8	0,12	∓ 9,1	0,16	∓ 11,5	0,21
7 20	∓ 0,3	0,00	∓ 2,7	0,05	∓ 5,3	0,09	∓ 8,0	0,13	∓ 10,7	0,18	∓ 13,6	0,23
7 30	∓ 0,3	0,00	∓ 3,2	0,04	∓ 6,2	0,08	∓ 9,3	0,13	∓ 12,5	0,18	∓ 15,9	0,23
7 40	∓ 0,3	0,01	∓ 3,6	0,05	∓ 7,0	0,09	∓ 10,6	0,14	∓ 14,3	0,19	∓ 18,2	0,24
7 50	∓ 0,4	0,00	∓ 4,1	0,05	∓ 7,9	0,10	∓ 12,0	0,14	∓ 16,2	0,19	∓ 20,6	0,25
8 0	∓ 0,4	0,00	∓ 4,6	0,05	∓ 8,9	0,10	∓ 13,4	0,15	∓ 18,1	0,21	∓ 23,1	0,26
8 10	∓ 0,4	0,01	∓ 5,1	0,05	∓ 9,9	0,10	∓ 14,9	0,16	∓ 20,2	0,22	∓ 25,7	0,29
8 20	∓ 0,5		∓ 5,6		∓ 10,9		∓ 16,5		∓ 24,4		∓ 28,6	

TAVOLA K. — **Riduzione del tempo medio a mezzodì vero dal meridiano di Greenwich a quello di Roma.**

(Roma, Osservatorio del Collegio romano: $\lambda = 49^m\ 55^s$, 36 E. di Gr.)

N. B. — L'argomento della tavola è la variazione per 1^h data dal *Nautical Almanac* o dalla *Connaissance des Temps.*

Variazione per 1^h	Riduzione	Variazione per 1^h	Riduzione	Variazione per 1^h	Riduzione	Variazione per h^h	Riduzione
s	s	s	s	s	s	s	s
0,000	0,00	0,331	0,28	0,667	0,56	1,004	0,84
0,006	0.01	0,343	0,29	0,679	0,57	1,016	0,85
0,018	0,02	0,355	0,30	0,691	0,58	1,028	0,86
0,030	0,03	0,367	0,31	0,703	5.59	1,040	0,87
0,042	0,04	0,379	0,32	0,715	0,60	1,052	0,88
0,054	0,05	0,391	0,33	0,727	0,61	1,064	0,89
0,066	0,06	0,403	0,34	0,739	0,62	1,076	0,90
0,078	0,07	0,415	0,35	0,751	0,63	1,088	0,91
0,090	0,08	0,427	0,36	0,763	0,64	1,100	0,92
0,102	0,09	0,439	0,37	9,775	0,65	1,112	0.93
0,114	0,10	0,451	0,38	0,787	0,66	1,124	0,94
0,126	0,11	0,463	0,39	0,799	0,67	1,136	0,95
0,138	0,12	0,475	0,40	0,811	0,68	1,148	0,96
0,150	0,13	0.487	0,41	0,823	0,69	1,160	0,97
0,162	0,14	0,499	0,42	0,835	0,70	1,172	0;98
0,174	0,15	0,511	0,43	0,847	0,71	1,184	0,99
0,186	0,16	0,523	0,44	0,859	0,72	1,196	1,00
0,198	0,17	0,535	0,45	0,871	0,73	1,208	1,01
0,210	0,18	0,547	0,46	0,883	0,74	1,220	1,02
0,222	0,19	0,559	0,47	0,896	0,75	1,232	1,03
0,234	0,20	0,571	0,48	0,908	0,76	1,244	1,04
0,246	0,21	0,583	0,49	0,920	0,77	1,256	1,05
0,258	0,22	0,595	0,50	0,932	0,78	1,268	1,06
0,270	0,23	0,607	0,51	0,944	0,79	1,280	1,07
0,282	0,24	0,619	0,52	0,956	0,80	1,292	1,08
0,294	0,25	0,631	0,53	0,968	0,81	1,304	1,09
0,306	0,26	0,643	0,54	0,980	0,82	1,316	
0,318	0,27	0,655	0,55	0,992	0,83		
0,331		0,667		1,004			

TAVOLA H. — **Riduzione del tempo medio a mezzodì vero dal meridiano di Greenwich a quello di Bologna.**

Bologna, Osservatorio della R. Universtài : $\lambda = 45^m\ 24^s, 48$ E. di Gr.)

N. B. — L' argomento della tavola è la variazione per 1^h data dal *Nautical Almanac* o dalla *Connaissance des Temps.*

Variazione per 1^h	Riduzione	Variazione per 1^h	Riduzione	Variazione per 1^h	Riduzione	Variazione per h^h	Riduzione
s	s	s	s	s	s	s	s
0,000		0,324		0,654		0,984	
	0,00		0,25		0,50		0,75
0,007		0,337		0,667		0,998	
	0.01		0,26		0,51		0,76
0,020		0,350		0,680		1,011	
	0,02		0,27		0,52		0,77
0,033		0,363		0,694		1,024	
	0,03		0,28		5.53		0,78
0,046		0,377		0,707		1,037	
	0,04		0,29		0,54		0,79
0,059		0,390		0,720		1,050	
	0,05		0,30		0,55		0.80
0,073		0,403		0,733		1,064	
	0,06		0,31		0,56		0,81
0,086		0,416		0,747		1,077	
	0,07		0,32		0,57		0,82
0,099		0,429		0,760		1,090	
	0,08		0,33		0,58		0,83
0,112		0,443		9.773		1,103	
	0,09		0,34		0,59		0,84
0,126		0,456		0,786		1,117	
	0,10		0,35		0.60		0,85
0,139		0,469		0,799		1,130	
	0,11		0,36		0,61		0,86
0,152		0,482		0,813		1,143	
	0,12		0,37		0,62		0,87
0,165		0.496		0,826		1,156	
	0,13		0,38		0,63		0,88
0,178		0.509		0,839		1,169	
	0,14		0,39		0,64		0,89
0,192		0,522		0,852		1,183	
	0,15		0,40		0,65		0,90
0,205		0,535		0,865		1,196	
	0,16		0,41		0.66		0,91
0,218		0,548		0,879		1,209	
	0,17		0,42		0,67		0,92
0,231		0,562		0,892		1,222	
	0,18		0,43		0,68		0,93
0,244		0,575		0,905		1,235	
	0,19		0,44		0,69		0,94
0,258		0,588		0,918		1,249	
	0,20		0,45		0,70		0,95
0,271		0,601		0.932		1,262	
	0,21		0,46		0,71		0,96
0,284		0,614		0,945		1,275	
	0,22		0,47		0,72		0.97
0,297		0,628		0,958		1,288	
	0,23		0,48		0,73		0,98
0,311		0,641		0,971		1,302	
	0,24		0,49		0,74		0,99
0,324		0,654		0,984		1,315	

TAVOLA L. — **Riduzione della culminazione della Luna dal meridiano di Greenwich a quello di Bologna.**

(Bologna, Osservatorio della R. Università: $\lambda = 45^m\ 24^s, 48$ E. di Gr.).

N. B. — L'Argomento della tavola è la differenza tra due culminazioni *inferiori* consecutive, date dal *Nantical Almanac*. I risultati sono espressi in tempo medio locale.

Ritardo diurno della Luna rispetto al Sole	Riduzione	Ritardo diurno della Luna rispetto al Sole	Riduzione
m		m	
	m		m
36,5		55,5	
	— 1,2		— 1,8
39,6		58,7	
	— 1,3		— 1,9
42,8		61,8	
	— 1,4		— 2,0
46,0		65,0	
	— 1,5		— 2,1
49,2		68,2	
	— 1,6		— 2,2
52,3		71,4	
	— 1,7		
55,5			

TAVOLA M. — **Riduzione della culminazione della Luna dal meridiano di Greenwich a quello di Roma.**

(Roma, Osservatorio del Collegio romano: $\lambda = 49^m\ 55^s, 36$ E. di Gr.).

N. B. — L'argomento della tavola è la differenza tra due culminazioni *inferiori* consecutive, date dal *Nantical Almanac*. I risultati sono erpressi in tempo medio locale.

Ritardo diurno della Luna rispetto al Sole	Riduzione	Ritardo diurno della Luna rispetto al Sole	Riduzione
m		m	
	m		m
36,1		53,4	
	— 1,3		— 1,9
38,9		56,3	
	— 1,4		— 2,0
41,8		59,1	
	— 1,5		— 2,1
44,7		62,0	
	— 1,6		— 2,2
47,6		64,9	
	— 1,7		— 2,3
50,5		67,8	
	— 1,8		— 2,4
53,4		70,7	

TAVOLA N. — **Archi semidiurni per il parallelo di Bologna.**

(Bologna, Osservatorio della R. Università: $\varphi = 44^0\ 29'\ 53''$).

Declinaz.	Arco semidiurno vero	Effetto della rifrazione	Arco semidiurno apparente		Declinaz.	Arco semidiurno vero	Effetto della rifrazione	Arco semidiurno apparente	
o⁰	h m	m	h m		o⁰	h m	m	h m	
0	6 0,0	+ 3,3	6 3,3	— 39	0	6 0,0	+ 3,3	6 3,3	+ 39
— 1	5 56,1	3,3	5 59,4	— 39	+ 1	6 3,9	3,3	6 7,2	+ 39
— 2	5 52,2	3,3	5 55,5	— 39	+ 2	6 7,8	3,3	6 11,1	+ 39
— 3	5 48,3	3,3	5 51,6	— 40	+ 3	6 11,7	3,3	6 15,0	+ 40
— 4	5 44,3	3,3	5 47,6	— 40	+ 4	6 15,7	3,3	6 19,0	+ 40
— 5	5 40,3	3,3	5 43,6	— 40	+ 5	6 19,7	3,3	6 23,0	+ 40
— 6	5 36,3	3,3	5 39,6	— 40	+ 6	6 23,7	3,3	6 27,0	+ 40
— 7	5 32,3	3,3	5 35,6	— 40	+ 7	6 27,7	3,3	6 31,0	+ 41
— 8	5 28,3	3,3	5 31,6	— 40	+ 8	6 31,7	3,3	6 35,1	+ 41
— 9	5 24,2	3,4	5 27,6	— 41	+ 9	6 35,8	3,4	6 39,2	+ 41
— 10	5 20,1	3,4	5 23,5	— 41	+ 10	6 39,9	3,4	6 43,3	+ 41
— 11	5 16,0	3,4	5 19,4	— 41	+ 11	6 44,0	3,4	6 47,4	+ 42
— 12	5 11,8	4,4	5 15,3	— 42	+ 12	6 48,2	3,4	6 51,6	+ 43
— 13	5 7,6	3,5	5 11,1	— 43	+ 13	6 52,4	3,5	6 55,9	+ 43
— 14	5 3,3	3,5	5 6,8	— 44	+ 14	6 56,7	3,5	7 0,2	+ 44
— 15	4 58,9	3,5	5 2,4	— 43	+ 15	7 1,1	3,5	7 4,6	+ 45
— 16	4 54,5	3,6	4 58,1	— 45	+ 16	7 5,5	3,6	7 9,1	+ 45
— 17	4 50,0	3,6	4 53,6	— 45	+ 17	7 10,0	3,6	7 13,6	+ 46
— 18	4 45,5	3,6	4 49,1	— 46	+ 18	7 14,5	3.6	7 18,2	+ 46
— 19	4 40,9	3,7	4 44,5	— 46	+ 19	7 19,1	3,7	7 22,8	+ 47
— 20	4 36,2	3,7	4 39,9	— 47	+ 20	7 23,8	3,7	7 27,5	+ 48
— 21	4 31,4	3,8	4 35,2	— 49	+ 21	7 28,6	3,8	7 32,3	+ 50
— 22	4 26,5	3,8	4 30,3	— 50	+ 22	7 33,5	3,8	7 37,3	+ 52
— 23	4 21,4	3,9	4 25,3	— 51	+ 23	7 38,6	3,9	7 42,5	+ 53
— 24	4 16,2	4,0	4 20,2	— 53	+ 24	7 43,8	4,0	7 47,8	+ 54
— 25	4 10,9	4,1	4 14,9	— 54	+ 25	7 49,1	4,1	7 53,2	+ 55
— 26	4 5,4	4,1	4 9,5	— 55	+ 26	7 54,6	4,1	7 58,7	+ 57
— 27	3 59,8	4,2	4 4,0	— 56	+ 27	8 0,2	4,2	8 4,4	+ 59
— 28	3 54,0	4,4	3 58,4	— 59	+ 28	8 6,0	4,4	8 10,3	+ 62
— 29	3 48,0	4,5	3 52,5	— 62	+ 29	8 12,0	4,5	8 16,5	+ 64
— 30	3 41,7	4,6	3 46,3		+ 30	8 18,3	4,6	8 22,9	

TAVOLA P. — **Archi semidiurni per il parallelo di Roma.**

(Roma, Osservatorio del Collegio romano: $\varphi = 41^0\ 53'\ 53'',\ 6$).

Declinaz.	Arco semidiurno vero	Effetto della rifrazione	Arco semidiurno apparente		Declinaz.	Arco semidiurno vero	Effetto della rifrazione	Arco semidiurno apparente	
o⁰	h m	m	h m		o⁰	h m	m	h m	
0	6 0,0	+ 3,1	6 3,1	— 36	0	6 0,0	+ 3,1	6 3,1	+ 36
— 1	5 56,4	3,1	5 59,5	— 36	+ 1	6 3,6	3,1	6 6,7	+ 36
— 2	5 52,8	3,1	5 55,9	— 36	+ 2	6 7,2	3,1	6 10,3	+ 36
— 3	5 49,2	3,1	5 52,3	— 35	+ 3	6 10,8	3,1	6 13,9	+ 37
— 4	5 45,6	3,2	5 48,8	— 36	+ 4	6 14,4	3,2	6 17,6	+ 36
— 5	5 42,0	3,2	5 45,2	— 36	+ 5	6 18,0	3,2	6 21,2	+ 36
— 6	5 38,4	3,2	5 41,6	— 37	+ 6	6 21,6	3,2	6 24,8	+ 37
— 7	5 34,7	3,2	5 37,9	— 37	+ 7	6 25,3	3,2	6 28,5	+ 37
— 8	5 31,0	3,2	5 34,2	— 37	+ 8	6 29,0	3,2	6 32,2	+ 37
— 9	5 27,3	3,2	5 30,5	— 37	+ 9	6 32,7	3,2	6 35,9	+ 37
— 10	5 23,6	3,2	5 26,8	— 37	+ 10	6 36,4	3,2	6 39,6	+ 38
— 11	5 19,8	3,2	5 23,1	— 38	+ 11	6 40,2	3,2	6 43,4	+ 38
— 12	5 16,0	3,3	5 19,3	— 38	+ 12	6 44,0	3,3	6 47.2	+ 39
— 13	5 12,2	3,3	5 15,5	— 39	+ 13	6 47,8	3,3	6 51,1	+ 39
— 14	5 8,3	3,3	5 11,6	— 39	+ 14	6 51,7	3,3	6 55,0	+ 40
— 15	5 4,4	3,3	5 7,7	— 40	+ 15	6 55,6	3,3	6 59,0	+ 40
— 16	5 0,4	3,4	5 3,7	— 40	+ 16	6 59,6	3,4	7 3,0	+ 41
— 17	4 56,3	3,4	4 59,7	— 41	+ 17	7 3,7	3,4	7 7,1	+ 42
— 18	4 52,2	3,4	4 55,6	— 41	+ 18	7 7,8	3,4	7 11,3	+ 42
— 19	4 48,0	3,5	4 51,5	— 42	+ 19	7 12,0	3,5	7 15,5	+ 43
— 20	4 43,7	3,5	4 47,3	— 43	+ 20	7 16,3	3,5	7 19,8	+ 44
— 21	4 39,4	3,6	4 43,0	— 44	+ 21	7 20,6	3,6	7 24,2	+ 44
— 22	4 35,0	3,6	4 38,6	— 44	+ 22	7 25,0	3,6	7 28,6	+ 46
— 23	4 30,5	3,7	4 34,2	— 46	+ 23	7 29,5	3,7	7 33,2	+ 47
— 24	4 25,8	3,7	4 29,6	— 47	+ 24	7 34,2	3,7	7 37,9	+ 48
— 25	4 21,1	3,8	4 24,9	— 48	+ 25	7 38,9	3,8	7 42,7	+ 50
— 26	4 16,2	3,9	4 20,1	— 49	+ 26	7 43,8	3,9	7 47,7	+ 51
— 27	4 11,2	4,0	4 15,2	— 51	+ 27	7 48,8	4,0	7 52,8	+ 52
— 28	4 6,0	4,0	4 10,1	— 53	+ 28	7 54,0	4,0	7 58,0	+ 54
— 29	4 0,7	4,1	4 4,8	— 54	+ 29	7 59,3	4,1	8 3,4	+ 56
— 30	3 55,2	4,2	3 59,4		+ 30	8 4,8	4,2	8 9,0	

SULLA ELIMINAZIONE DELL'AMMONIACA NEI GROSSI ERBIVORI

MEMORIA

DEL

Prof. LODOVICO BECCARI

letta nella Sessione del 28 Maggio 1916.

È cognizione ormai bene stabilita che l'orina degli animali erbivori, di reazione alcalina, non contiene che minime tracce di ammoniaca, mentre quella dei carnivori e dell'uomo, di reazione normalmente acida, contiene ammoniaca in quantità facilmente dosabili e che rappresentano una percentuale notevole (dal 3 al 5 % e più) dell'azoto totale orinario. Ma mentre abbondano i dati analitici sicuri su questi ultimi, scarseggiano nella letteratura fisiologica i valori relativi agli erbivori anche più comuni. Anzi è strano come un fatto così distintivo fra i due gruppi di animali si basi sopra dati estremamente rari e niente affatto controllati per una parte di essi.

Così nel trattato di Neubauer e Vogel (*Analyse des Harns* III Aufl. 1898, S. 42) si afferma semplicemente che « nell'orina del coniglio manca l'ammoniaca (Salkowski) e così pure in quella del cavallo e del bue (Gumlich) ». Secondo Kellner (citato in *Ellenberger's Handbuch.* I, S. 379, 1890) nell'orina del coniglio i sali d'ammonio possono dirsi mancanti, nel cavallo essi sono in quantità dimostrabile e constano in gran parte di carbonati.

Salkowski e Munk (*Virchow's Arch.* Bd. 71, S. 500, 1877 e *Zeitsch. f. phys. Ch.* Bd. 1, S. 17) portano un solo dato analitico relativo al *coniglio*; in questo l'ammoniaca dell'orina delle 24 ore è di gr. 0,0065 pro kilo (rapporto con l'azoto totale = 1:54) mentre nel cane è di gr. 0,043 pro kilo (rapporto c. s. = 1:15).

Per il *cavallo* non possediamo che un risultato analitico di E. Salkowski; l'animale era alimentato ad avena, fieno, crusca e paglia; l'orina (cc. 2055 *pro die*) aveva reazione *neutra* ed il p. s. di 1046. Per il dosamento dell'ammoniaca venne usato il metodo Schlösing con acqua di calce e tenendo per 5 giorni la orina sotto la campana di assorbimento. Eccone i risultati:

Azoto totale	gr. 30,92	p. 1000	gr. 65,34	in tutto
Ammoniaca	» 0,176	»	» 0,357	»

L'azoto dell'ammoniaca rappresenta il 0,46 % dell'azoto totale. Mentre nell'uomo a dieta mista il rapporto fra NH_3 ed azoto totale è di 1:24, nel cavallo in esame è di 1:214.

Quanto ai *bovini* Ellenberger (l. c. I, S. 393) riferisce che Boussingault e Rautenberg trovarono ammoniaca nell'orina del bue nella quantità di 0,006 – 0,01 p. 100.

Molto più recentemente Salkowsky (*Zeitsch. f. phys. Ch.* Bd. 42, S. 213, 1914) ha pubblicato un'analisi dell'orina di *vaccina* alimentata a foraggio secco; da essa risulta che l'azoto totale è di gr. 7,5 per 1000 mentre l'ammoniaca è di 0,06 - 0,1 p. 1000 (rapporto 1:75 — 1:125).

Nella *pecora* non ho trovato che i seguenti dati di Henneberg relativi alle orine di due montoni: azoto totale 13,7 p. 1000, ammoniaca 0,2 p, 1000. L'azoto ammoniacale (0,164 p. 1000) rappresenta l'1,2 % dell'azoto totale (rapporto 1:84).

Tali i pochissimi dati frammentari sulla eliminazione dell'ammoniaca negli erbivori. Io ho voluto in parte colmare la lacuna eseguendo ripetutamente ricerche sull'orina di bovini e di equini in condizioni tali, che mi permettessero trarre conclusioni sicure sul contenuto di ammoniaca preformata.

Come è noto, la determinazione esatta dell'ammoniaca preformata nell'orina richiede metodo e cautele, che possano in modo assoluto evitare da un lato ogni minima perdita, dall'altro qualsiasi formazione accidentale di ammoniaca o per fermentazioni batteriche dell'orina stessa o per alterazione di componenti azotati dovuta al metodo analitico. E ciò è tanto più necessario nel nostro caso trattandosi di orine facilissime alla scomposizione (per la reazione loro alcalina) e poverissime di ammoniaca preformata. Quanto al metodo mi sono servito della distillazione nel vuoto a + 40° usando lo stesso apparecchio, comodo e sicuro, da me già impiegato per il dosamento dell'ammoniaca nel sangue (*Bullet. delle Sc. Med.* 1905, p. 292).

L'orina degli erbivori, fortemente alcalina e ricca di carbonati, si presta alla distillazione direttamente, cioè senza aggiunta di alcali (latte di calce, di magnesia ecc.) necessarî a mettere in libertà l'ammoniaca nelle orine acide. Il pallone in cui perviene a goccia a goccia l'orina per il tubo capillare di accesso, deve essere ampio (circa ½ litro di capacità) sia perchè si svolge (come per il sangue) abbondantissima schiuma sia perchè devonsi distillare quantità notevoli di orina per ottenere una quantità dosabile di ammoniaca. Questa, assorbita dalla soluzione acida contenuta nei collettori, viene dosata per titolazione col metodo iodometrico. Non ho raccolta l'orina degli animali in serbatoi per quanto accuratamente costruiti e puliti; credo che in tal maniera non si possano evitare inquinamenti ed alterazioni dell'orina. I valori assoluti non hanno nel nostro caso maggior valore di quelli relativi, e così ho preferito raccogliere un campione freschissimo di orina dosando in esso tanto l'azoto totale col metodo Kjeldahl quanto l'ammoniaca, e stabilendo il rapporto fra i due valori ottenuti; contemporaneamente ho dosato la reazione dell'orina valendomi del tornasole e facendo la titolazione a caldo mediante soluzione deci-normale di acido solforico.

Perciò ho raccolto l'orina durante la minzione spontanea dell'animale, tralasciando di accogliere il primo getto, che può trascinare con sè materiali estranei od alterati delle vie orinarie più esterne. Questo mezzo mi ha servito bene nel cavallo e nella vaccina, ma non è bastato a ovviare l'inquinamento dell'orina nel bue. Infatti l'orina del bue così rac-

colta mi ha dato in due casi dei valori troppo superiori a quelli delle vaccine per non dubitare tosto della presenza di ammoniaca di fermentazione; anche l'odore basta ad avvertire che l'orina è già inquinata, poichè essa *sa di stalla*. Ciò si spiega facilmente considerando che l'orina nella minzione attraversa il lungo prepuzio e scorre lungo i peli abbondanti all'orifizio di questo, onde, oltre caricarsi di germi, essa facilmente trascina già seco prodotti di fermentazione dei materiali organici rimasti in sito nella minzione precedente. Sarebbe necessario in questo caso il cateterismo della vescica, ma non ho avuto campo di usarlo. Perciò quanto ai bovini mi sono limitato all'anallsi di orine di vaccine sane, in buono stato di nutrizione.

Premesse queste osservazioni raccolgo nelle due tabelle seguenti i risultati delle analisi.

NH_3 DELL'ORINA NEI BOVINI

Animale	Peso specifico dell'orina	Alcalinità in gr. di $NaOH$ p 1000	Quantità analizzata	NH_3 trovata	NH_3 p. 1000	N totale p. 1000	N — ammoniacale p. 100 di N — totale
			cc.	mgr.	gr.	gr.	
1 - Vaccina lattifera d'anni 8 (foraggio verde)	1033, -	6, 66	52	1, 4	0, 0269	9, 26	0, 239 %
2 - Vaccina lattifera d'anni 7	1033, -	7, 38	100	1, 4	0, 0140	11, 34	0, 101 %
3 - Vaccina lattifera d'anni 6 gestante da 5 mesi . . .	1042, 5	6, 46	50	1, 03	0, 0206	13, 60	0, 124 %
4 - Vaccina lattifera d'anni 6 gestante da 6 mesi . . .	1029, -	7, 33	50	1, 27	0, 0254	7, 66	0, 272 %
5 - Vaccina lattifera di razza olandese.	1036, -	8, 07	50	0, 875	0, 0175	9, 2	0, 156 %

NH_3 DELL'ORINA NEL CAVALLO

Animale	Peso specifico dell'orina	Alcalinità in gr. di $NaOH$ p. 1000	Quantità analizzata	NH_3 trovata	NH_3 p. 1000	N totale p. 1000	N — ammoniacale p. 100 di N — totale
			cc.	mgr.	gr.	gr.	
1 - Cavallo . . . . . . (fieno e foraggio fresco)	1025, 2	8, 33	50	0, 525	0, 0105	8, 92	0, 096 %
2 - Cavallo . . . . . . (fieno e avena)	1042, -	5, 02	100	2, 03	0, 0203	19, 50	0, 085 %
3 - Cavallo . . . . (fieno e avena)	1030, -	5, 60	100	1, 27	0, 0127	14, 66	0, 071 %

La notevole uniformità dei risultati ottenuti in ciascuna specie, ci permette di trarre conclusioni generali sicure sulla eliminazione dell'ammoniaca in questi erbivori. In cifra assoluta essa si riduce a pochi milligrammi per litro di orina (da 0,014 a 0,0269 nella vaccina, da 0,0105 a 0,0203 nel cavallo) e sarebbe certamente in quantità non dosabile coi metodi ordinari, se non si sottoponessero alla distillazione quantità molto notevoli di orina (almeno 50 cc.). Anche il rapporto dell'azoto ammoniacale all'azoto totale è estremamente basso, andando da 0,10 a 0,27 $\%_0$ nelle vaccine, e da 0,071 a 0,096 $\%_0$ nel cavallo.

Confrontati coi dati rinvenuti nella letteratura, devo osservare che i miei risultati si accordano abbastanza bene con quelli relativi ai bovini, pure mantenendosi ad essi inferiori; il che io credo non sia dovuto a perdite analitiche ma a maggiori cautele nell'evitare la formazione di ammoniaca per fermentazione o l'inquinamento dell'orina. Più notevole è la discordanza fra i miei risultati e quelli di Salkowski sul cavallo; i miei valori sono quasi dieci volte minori di questi. Certamente la circostanza che il Salkowski dovette raccogliere tutta l'orina delle 24 ore, ed il metodo impiegato al dosamento fanno ritenere che si sia verificato un lieve aumento dell'ammoniaca per formazione successiva; ma qui vi è una circostanza che può spiegare la differenza in più a carico dei risultati di Salkowski senza ricorrere all'ipotesi di errori di analisi; ed è che l'orina di quel cavallo presentava reazione neutra e non già alcalina come nei miei casi e nella più parte dei nostri cavalli nutriti prevalentemente a fieno. Ciò può spiegare bene l'aumento della eliminazione, come si vedrà dalle considerazioni che seguono.

L'ammoniaca eliminata con l'orina trae certamente origine dalla combustione dell'albumina nell'organismo; infatti essa non scompare nemmeno nel digiuno più assoluto e, d'altra parte, nei cibi non si contengono che quantità trascurabili di sali d'ammonio. All'incontro l'ammoniaca, sotto forma di carbonato o di composti congeneri, trovasi costantemente nel sangue e nei tessuti; di questa ammoniaca circolante, che si produce nell'organismo certamente in quantità notevole (sul quale punto però le idee sono ancora discordi), una piccola parte passa nell'orina. Per molto tempo non si dette speciale importanza a questo componente azotato dell'orina. Ma il significato della eliminazione dell'ammoniaca per le orine ricevette nuova luce dall'osservazione di Walter (*Arch. f. exp. Path.* Bd. 7, S. 148, 1877), il quale scoprì che nel cane in seguito alla somministrazione di acidi la quantità dell'ammoniaca eliminata con l'orina aumenta. Fondandosi su questi risultati e sulle osservazioni di Salkowski (*Virchow's Arch.* Bd. 53, S. 1, 1871 e Bd. 58, S. 486, 1873), che negli erbivori l'introduzione di acidi non determina un aumento dell'ammoniaca dell'orina ma fa crescere soltanto gli alcali della medesima, lo Schmiedeberg ammise che la quantità dell'ammoniaca che abbandona con l'orina l'organismo fosse in relazione alla quantità degli acidi che si formano nell'organismo stesso o che vi pervengono dall'esterno.

Perciò l'ammoniaca, che si forma per l'ossidazione dell'albumina, acquisterebbe così una funzione protettiva o svelenatrice come mezzo di neutralizzazione degli acidi, che costantemente si formano o che vengono introdotti nell'organismo, a seconda che gli alcali fissi apportati dagli alimenti sono in quantità sufficiente a saturare completamente o incompletamente i detti equivalenti acidi.

In accordo con questa dottrina Salkowski e I. Munk (*Virchow's Arch.* Bd. 71, S. 500 1877) osservarono che nel cane la somministrazione di alcali fa diminuire la eliminazione dell'ammoniaca; infatti mentre per un vitto carneo il rapporto fra ammoniaca e azoto totale orinario era di 1:15, con lo stesso vitto addizionato di un sale alcalino (acetato di sodio) tale rapporto scendeva a 1:57. Come nei carnivori, anche nell'uomo la eliminazione dell'ammoniaca aumenta per l'introduzione di acidi (Hallervorden), diminuisce per quella di alcali (Coranda). Hallervorden (*Arch. f. exp. Path.* Bd 12, S. 237, 1880) infatti osservò su di sè quanto segue: in 5 giorni a dieta costante si eliminarono con l'orina gr. 4,139 di NH_3; nei 5 giorni successivi, sempre con la istessa dieta ma introducendo inoltre gr. 5,62 di acido cloridrico, vennero eliminati gr. 6,194 di ammoniaca; l'aumento fu quindi di gr. 2,035 (la quantità corrispondente all'acido cloridrico introdotto sarebbe stata di gr. 2,6).

Molti altri sperimentatori confermarono questi risultati. Fra gli altri Haskins (*Journ. biolog. Chem.* Vol. II, p. 216, 1906) ottenne il massimo della diminuzione dell'ammoniaca eliminata nelle 24 ore dall'uomo (da gr. 0,8 a gr. 0,115) somministrando citrato di sodio. Molto istruttivi sono pure i risultati ottenuti da Kowalewsky e Salaskin (*Zeitsch. f. phys. Ch.* Bd. 35, S. 552, 1902) sulle oche; mentre nelle condizioni ordinarie di alimentazione l'azoto ammoniacale eliminato rappresenta il 15,8 p. 100 dell'azoto totale, e nel digiuno scende al 14,98, invece somministrando 25 gr. di bicarbonato nelle 24 ore ad oche digiunanti essi fecero discendere l'azoto ammoniacale al 4,51 p. 100, mentre per introduzione giornaliera di 6 gr. di acido cloridrico tale azoto salì al 33,36 p. 100 di quello totale.

Così si spiega pure la piccola quantità di ammoniaca eliminata con l'orina dagli erbivori. È noto infatti che i cibi vegetali, pure contenendo sostanze proteiche, che, come quelle dei cibi animali, producono nella combustione organica gli stessi radicali acidi (solforico, fosforico), contengono pure in gran copia sali di acidi organici, i quali per ossidazione nell'organismo si convertono in carbonati; e così forniscono al plasma gli alcali necessari a saturare completamente gli acidi prodottisi nel metabolismo proteico, e spesso in misura sovrabbondante; onde la reazione alcalina dell'orina.

Ma, quasi contemporaneamente, un'altro gruppo di fenomeni riguardanti il metabolismo azotato venne a connettersi con la questione dell'ammoniaca dell'orina e col comportamento di questa sostanza nell'organismo. Voglio dire della formazione dell'urea dai composti ammoniacali.

La genesi dell'urea per traformazione diretta del carbonato d'ammoniaca (teoria anidrica) venne sostenuta da Schmiedeberg (*Arch. f. exp. Path.* Bd. 8, S. 1, 1878) in base alle osservazioni sue e di Hallervorden (*Arch. f. exp. Path.* Bd. 10, S. 126, 1879) sul cane, in cui il carbonato d'ammonio somministrato per bocca si trasforma in urea. Tale osservazione fu confermata da Feder e Voit (*Zeitsch. f. Biol.* Bd. 16, S. 179, 1880) nello stesso animale e da Coranda (*Arch. f. exp. Path.* Bd. 12, S. 76, 1880) nell'uomo. I primi dati sulla genesi dell'urea dall'ammoniaca si devono a Knieriem (*Zeitsch. f. Biol.* Bd. 10, S. 263, 1874) secondo il quale nel cane l'ammoniaca introdotta come cloruro d'ammonio veniva trasformata in urea. Salkowski non potè confermare tale asserzione, al contrario osservò che la maggior parte del sale ammoniaco somministrato veniva eliminata immo-

dificata (*Zeitsch. f. phys. Ch.* Bd. 1, S. 1, 1876). Nel tempo stesso però questo autore trovò che nel coniglio l'ammoniaca del *cloruro* d'ammonio scompare totalmente, mentre nell'orina compare un aumento corrispondente di urea, che non è dovuto ad accresciuto consumo di albumina poichè non si ha aumento della eliminazione del solfo. Veniva così dimostrato, già prima delle celebri osservazioni di Schmiedeberg e di Hallervorden, che negli erbivori l'ammoniaca introdotta viene trasformata nell'organismo in urea.

Queste ed a.tre ricerche hanno dimostrato ormai sicuramente, che il carbonato di ammonio ed i sali organici di ammonio (acetato, formiato ecc.), che nell'organismo vengono ossidati a carbonati, vengono tanto nei carnivori che negli erbivori trasformati in urea. Le esperienze di Schröder (*Arch. f. exp. Path.* Bd. 15, S. 364, 1882) con la circolazione artificiale hanno posto fuori di dubbio che il fegato è sede prevalente di questa sintesi. In tali condizioni la introduzione di ammoniaca non modifica affatto la eliminaaione di tale sostanza per l'orina. Al contrario esiste una profonda differenza fra i carnivori e gli erbivori rispetto ai sali ammoniacali di acidi minerali (cloruro ecc.) o di acidi organici che non vengono ossidati (es: acido benzoico, Jolin); nei primi tali sali non sono trasformati in urea e passano integralmente nell'orina facendo aumentare l'ammoniaca di questa; nei secondi invece si ha egualmente formazione di urea, e questo viene spiegato ammettendo che gli alcali fissi del plasma saturino l'acido minerale mettendo in libertà l'ammoniaca, che era ad esso legata, e che può così essere trasformata in urea.

Così anche il processo di trasformazione dei composti ammoniacali in urea, che ha sopra tutto luogo nel fegato, può essere un fattore della eliminazione dell'ammoniaca con l'orina.

L'introduzione di acidi minerali o la formazione di acidi non ossidabili completamente può ostacolare direttamente il processo della formazione dell'urea ovvero può sottrarre a questo processo una certa quantità di ammoniaca che serve a neutralizzare questi acidi e viene con essi eliminata per l'orina. Anche sotto questo aspetto i carnivori e gli erbivori si differenziano assai; infatti nei primi (e così pure nell'uomo) la introduzione di acidi minerali aumenta la eliminazione di ammoniaca con l'orina perchè l'organismo ha la proproprietà di impiegare l'ammoniaca proveniente dalla demolizione delle proteine alla neutralizzazione di tali acidi, e così questa risparmia la sottrazione degli alcali fissi, che è molto perniciosa. Agli erbivori manca questa facoltà; in essi gli acidi minerali vengono saturati dagli alcali fissi, e ben presto la somministrazione di acidi minerali riesce gravemente deleteria in tali animali. Tale diversità, ammessa dagli autori come carattere distintivo fra i due gruppi di animali, non è forse così assoluta come si ritiene. In tempi più recenti alcuni autori, Winterberg (1898), Eppinger (1906), avrebbero dimostrato che anche nel coniglio in seguito all'introduzione di acidi l'eliminazione dell'ammoniaca può crescere notevolmente purchè mediante l'alimentazione venga reso disponibile una quantità di ammoniaca sufficiente alla neutralizzazione di quegli acidi; e, che per converso, nel cane viene a perdersi la funzione di neutralizzazione degli acidi mercè l'ammoniaca quando l'animale riceva un vitto povero d'azoto. Tali risultati però sono stati criticati e la questione non può ritenersi peranco chiarita nè risolta.

Giova pure notare che la funzione dell'ammoniaca quale neutralizzatore degli acidi non ossidabili introdotti nell'organismo o con gli alimenti o sperimentalmente non è così assoluta come farebbe ritenere la dottrina di Schmiedeberg. Gaethgens (*Zeitseh. f. phys. Ch.* Bd. 4, S. 36, 1880) ha dimostrato che, per la somministrazione di acidi, oltre l'ammoniaca aumentano pure gli alcali fissi dell'orina del cane. Lo stesso fatto è stato provato nell'uomo da Dunlop (*Journ. of Phys.* Vol. 20, p. 82, 1896) e da Biernacki (*Münch. med. Woch.* 1896); Limbeck (*Zeit. f. klin. Med.* Bd. 34, p. 419, 1898) per introduzione di acidi (lattico e cloridrico) nell'uomo ha constatato insieme all'aumento dell'ammoniaca orinaria del 16-19 %, un'accresciuta eliminazione degli alcali fissi che va dal 39 al 40 %, provenienti non solo dal sangue ma anche da tessuti importanti quali le ossa e i muscoli in alto grado. Anche il calcio ed il magnesio prendono parte a questo processo di neutralizzazione degli acidi.

Ben presto questo argomento è divenuto oggetto di numerose ricerche anche nel campo patologico, dove si è chiaramente dimostrato un rapporto fra l'acidosi che accompagna certe malattie (diabete) e l'aumento dell'ammoniaca eliminata con l'orina. Ma anche in questi casi è molto difficile stabilire quanta parte possa prendervi primitivamente l'alterato processo di formazione dell'urea dai composti ammoniacali.

Evidentemente, nelle condizioni fisiologiche, tanto l'ureopoiesi quanto la funzione protettiva (antiacida) dell'ammoniaca devono essere in dipendenza strettissima dei rapporti esistenti fra anioni e cationi del plasma e dei liquidi che bagnano gli elementi, che prendono parte a tali processi. La determinazione comparativa della concentrazione degli *H*-ioni coi metodi più delicati, quali l'elettrometrico, potrebbe recare molta luce su tale argomento; ma finora non esistono ricerche in tale direzione.

Negli erbivori, per la sovrabbondanza degli alcali circolanti, si verificano le condizioni più favorevoli al processo di trasformazione dell'ammoniaca in urea; perciò si potrebbe ritenere come molto verosimile che la scarsissima eliminazione di ammoniaca con l'orina dipendesse in gran parte da una metamorfosi più completa e più rapida di questa in urea. Per risolvere questo punto ho determinato la quantità dell'ammoniaca del sangue delle specie esaminate, parendomi che da essa potesse dedursi almeno in modo relativo l'intensità del processo di trasformazione in urea. Ho proceduto col metodo, già da me usato e descritto, della distillazione nel vuoto a + 40°; il sangue veniva raccolto direttamente dai vasi dell'animale e defibrinato con bacchette di vetro, indi sottoposto immediatamente all'analisi. Riferisco i dati ottenuti nei bovini e nel cavallo (vedi tabella a pag. seguente):

Come si vede i dati sono molto concordi e ciò parla a favore dell'esattezza del metodo di dosamento. Ma ciò che interessa è che la quantità dell'ammoniaca del sangue non è punto inferiore a quella trovata nei carnivori coi migliori metodi di analisi, e specialmente nel cane, il quale presenta spesso le cifre più elevate dell'ammoniaca orinaria. Infatti nel mio lavoro citato ho trovato una media di mgr. 0,79 di NH_3 per 100 gr. di sangue nel cane; gli allievi di Nencki, Horodynski, Salaskine e Zaleski trovarono una media anche più bassa (mgr. 0,41; da un minimo di mgr. 0,20 ad un massimo di mgr. 0,65 %). Piccinini col mio metodo (*Boll. d. Sc. Med.* 1905) ha trovato nel cane mgr. 0,80 - 0,60 - 0,51,

nel coniglio mgr. 0,85 - 1,1 % di sangue; in un lavoro posteriore lo stesso autore ha trovato nel cane una media di mgr. 0,70 p. 100 (*Arch. d. Farmacol. e Sc. Aff.* 1906, p. 36 - 54). Adunque non può essere la deficienza di ammoniaca nel sangue la causa diretta della scarsa eliminazione di questa sostanza negli erbivori, nè, quindi, il processo di trasformazione dei composti ammoniacali in urea, più completo in questi animali che nei carnivori

NH_3 DEL SANGUE

Animale	Quantità di sangue analizzata	NH_3 trovata	NH_3 p. 100 di sangue
	gr.	mgr.	mgr.
Bue	156, 5 sangue carotideo	1, 52	0, 97
Giovenca (4 anni)	203, 5 sangue carotideo	1, 62	0, 80
Cavallo (1) . .	137 sangue giugulare	1, 05	0, 76

(1) Il cavallo è lo stesso a cui si riferisce l'analisi dell'orina N. 2.

nei suoi risultati finali, non pare modificare affatto la proporzione dell'ammoniaca del sangue circolante. Questa non pare quindi nemmeno in relazione con la maggiore o minore ricchezza di alcali fissi del plasma; eppure il suo passaggio nell'orina dipende certamente da rapporti fra cationi ed anioni del plasma, che determinano poi la reazione dell'orina. Io mi convinco sempre più che la eliminazione dell'ammoniaca per l'orina viene regolata da condizioni di equilibrio fra H'-ioni e OH'-ioni, che si esercitano sopra tutto a livello del rene, ed in questo senso intendo studiare la questione con ulteriori ricerche.

Istituto di Fisiologia della R. Università
diretto dal Prof. P. Albertoni.

SUL SIGNIFICATO DELLA TAVOLETTA PREISTORICA

“ La Femme au Renne ”

NOTA PALETNOLOGICA

DEL

Prof. DOMENICO MAJOCCHI

DIRETTORE DELLA CLINICA DERMO-SIFILOPATICA NELLA R. UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

letta nella Sessione del 28 Maggio 1916.

È sempre difficile l'interpretazione di usi, costumi e pratiche nella preistoria, dovendo noi fondare il nostro giudizio sopra rozzi manufatti litici, ossei, cornei, ovvero sopra rappresentazioni figurative, talvolta guaste e frammentarie.

In siffatte condizioni si comprende facilmente che non sempre è dato di cogliere il significato vero di quanto fece e inventò l'uomo in quelle lontanissime età: nè ci deve meravigliare, se anche illustri Paletnologi si trovarono dubbiosi in questo genere di ricerche, e se talvolta demolirono quello che già avevano edificato.

Non ostante, quando si avesse costanza di reperti nelle diverse stazioni preistoriche di un determinato periodo e, soprattutto, quando siffatti reperti ci offrissero disegni rappresentanti la stessa scena, e da ultimo quando qualche circostanza speciale favorisse una indicazione ristretta ad un certo ordine di fatti, allora si potrebbe tentare l'interpretazione di un prodotto figurato dalle mani dell'uomo preistorico.

Questo tentativo, non so, se possa farsi per la *tavoletta preistorica*, sulla quale vedesi effigiata una donna vicino ad una renna. *La femme au Renne*, come la chiamarono i Paletnologi francesi, attira anche oggi l'attenzione dello studioso, perchè può avere una significazione d'un certo valore scientifico, sia per lo stato in cui trovasi la donna, sia per la postura, che questa occupa.

Per stabilire una significazione accettevole è d'uopo vedere cosa contiene la tavoletta sopramentovata.

Descrizione della tavoletta preistorica.

La tavoletta è fatta con corno di renna, e non, come alcuni han creduto, colla scapola dello stesso animale (1). Fu trovata a *Laugerie Basse* e descritta per la prima volta

---

(1) E. Du Cleuziou. — *La creazione dell'uomo e i primi tempi dell'umanità.* (Traduzione con note del D.r Diego Sant'Ambrogio). Milano 1887.

dal sacerdote Landesque, e poi ridescritta dall'illustre Piette (insieme ad altri oggetti preistorici) in una dotta memoria, pubblicata nel giornale « *L' Anthropologie* », dalla quale possiamo riassumere la seguente breve descrizione (1).

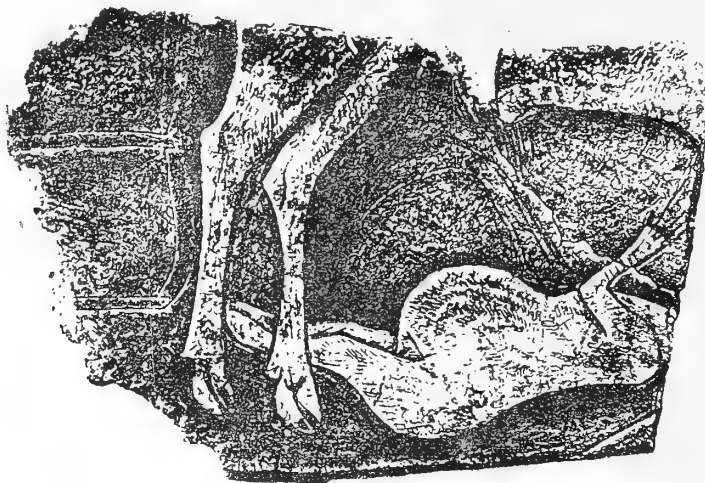



Fig. 1

Le due figure della tavoletta sono incise col bulino e, come ben osserva il Piette, il disegno è un lavoro d'arte assai mediocre.

La donna giace distesa presso la renna, e mentre questa trovasi in un piano *anteriore*, la donna è in un piano *posteriore*. La testa della donna e tutto il corpo della renna mancano per un'antica rottura: anzi della renna rimangano i soli arti posteriori, che sono abbastanza bene disegnati a differenza della figura della donna. Questa ha il ventre assai voluminoso; il che ha fatto credere, e con ragione, ad una gravidanza molto avanzata. Il sesso è appena indicato con un semplice tratto lineare. Il petto è convesso, il braccio è gracile e va diminuendo di spessezza dalla spalla al gomito. Le natiche sono spesse, ma senza *steatopigia*. Le coscie hanno presso a poco il contorno esterno di quelle della *Venere di Brassempouy*, ma non sono convesse nel davanti, forse per un artificio dello stesso incisore, il quale, volendo rendere visibili gli organi sessuali (che non si dovrebbero vedere nella posizione che tiene la donna), non ha voluto coprirli col polpaccio crurale, e perciò egli lo ha soppresso. Il sistema peloso è molto sviluppato: i peli sono figurati con tratti molto lunghi sopra le coscie, e corti sopra il monte di Venere; e questo vedesi limitato da una linea trasversa molto ben distinta: i peli sono disposti in striscie sopra il ventre e sopra il petto, e queste striscie sembrano indicare parti più oscure: quelle invece della *Venere*

---

(1) Ed. Piette. — *La Station de Brassempouy et les Statuettes humaines du Période Glyptique.* (L'ANTHROPOLOGIE. T. VI. An. 1895, Paris).

Id. — *Classification des sediments formés dans les Cavernes pendant l'âge du Renne* (id. p. 129 pl. I[a]).

Lo stesso Autore riproduce la tavoletta nel suo ATLANTE (L'*Art pendant l'âge du Renne,* 1907, tav. XXVII e XXVIII).

di Brassempouy non sono dirette nel medesimo senso. *La femme au Renne* è ornata di un collare di perle e di sei braccialetti al braccio sinistro.

Prima di chiudere la descrizione della tavoletta, devesi rilevare che, tenuto conto della lunghezza degli arti posteriori della renna, la figura di questa è disegnata in proporzioni assai grandi, in confronto a quelle della donna: e in fine, mancando della renna tutto quanto il corpo, non possiamo determinare con sicurezza la posizione ch'essa deve avere in correlazione colla donna. Su questo punto tornerò più tardi.

Premessi questi brevi cenni descrittivi, quale significazione può darsi alla tavoletta della *Femme au Renne?* E dapprima, rappresenta un *amuleto*, o un *talismano?*

Dell'amuleto non riveste i caratteri esteriori: dapoichè la tavoletta di corno di renna, sebbene sia giunta fino a noi rotta, nullameno, anche come frammento, è, a mio avviso, troppo grande per essere portata come amuleto: senza dire che gli amuleti hanno d'ordinario in un punto del loro contorno un piccolo foro per essere appesi al collo. Del resto ai primitivi amuleti preistorici, ossei, cornei e litici, d'ordinario non si dava un carattere figurativo; serva di esempio l'*amuleto cranico* che era portato dall'uomo neolitico, come preventivo dell'accesso epilettico (Broca): parimenti servirono allo stesso scopo le piccole ascie litiche, sulle quali soltanto più tardi fu scolpito qualche tratto di figura animale.

Per le stesse ragioni la tavoletta cornea sopradescritta non si presta per essere qualificata come *talismano* portatile, o da appendersi alle pareti delle caverne, alle quali spesso si appendevano oggetti di protezione dall'uomo preistorico. Comunque, pure ammettendo che la tavoletta sopradescritta rappresenti un *amuleto*, o un *talismano*, è d'uopo sempre stabilire quale significato debbasi attribuire alla scena figurata sulla medesima. E sotto questo rispetto è d'uopo studiare l'importanza che può avere ognuna delle due figure: la renna e la donna incinta.

Se ci riportiamo al giudizio dell'abate Landesque, lo scopritore della tavoletta sopra mentovata, dovremmo ammettere una interpretazione, dichiarata da Cleuziou troppo *erotica*, parto di una fantasia, che oltrepassa ogni limite. Infatti il Landesque suppone una passione brutale nella donna incinta coricata presso ad un quadrupede inoffensivo, che bruca tranquillamente l'erba ai suoi fianchi. Siffatta supposizione appare alla mente di Cleuziou come mostruosa, e quasi redarguisce il paletnologo francese, affermando che nella *femme au renne* non si può vedere altra cosa fuori che l'addomesticamento forzato dell'animale per opera dell'essere umano, vivente a quell'epoca.

La critica di Cleuziou appare giusta quante volte si ammetta che la renna sia stata già addomesticata all'epoca magdaleniena. Il che non solo è verosimile, ma non v'è alcuna prova in contrario, perchè l'uomo fosse pervenuto ad ottenere quest'intento con poca fatica, trattandosi di un animale assai docile.

Tuttavolta anche l'ipotesi del Cleuziou, colla quale egli ritiene che la figura della renna, in presenza della donna incinta, ci stia a significare l'addomesticamento forzato dell'animale, non può soddisfare interamente chi si pone ad investigare la scena delineata nella tavoletta preistorica.

Su questo punto della questione non mi fermo per ora: intanto è ovvio domandare, se non era più semplice esprimere l'addomesticamento della renna figurandola in mezzo alla famiglia dei *magdalenieni*. Perchè effigiarla accanto ad una donna incinta? Bisogna dunque venire ad altre congetture.

Fig. 2

Ora se per poco noi ci fermiamo a riguardare la renna, a tutta prima ci verrebbe fatto di pensare che il fine recondito del disegno di essa fosse da ricercarsi in una *magica evocazione*, come direbbe Salomon Reinach: è noto infatti che l'uomo preistorico all'età della renna pigliava assai di frequente dal mondo animale i motivi della sua arte decorativa: ecco perchè in numero assai grande trovansi sulle pareti delle caverne dipinte, o incise, figure di animali, ma esclusivamente di quelli che servono di nutrimento all'uomo; infatti mai sull'apertura, o sulle pareti delle caverne dei trogloditi si scorgono rappresentati animali, feroci, o velenosi, come i felini e i serpenti: e mentre questi erano temuti e perciò allontanati, quelli invece (come osserva l'illustre paletnologo S. Reinach) venivano figurati nelle caverne, affinchè fossero attratti in maggior numero presso i dintorni delle medesime per una specie di *magia omeopatica* (Hirne): in altri termini la rappresentazione di questi animali *desirables* aveva, come funzione e come fine ben determinato, l'assicurarsi il nutrimento: ed ecco perchè frequentissimo è il disegno della renna nelle caverne e su lamine ossee e cornee.

Ma nella figura della renna spicca questo intendimento del bulinatore preistorico? Non sembra verosimile che questo sia stato lo scopo del modesto artefice: in quanto che nella tavoletta cornea non è effigiata soltanto la renna, ma ancora la donna incinta; e se la tavoletta avesse avuto l'ufficio di una invocazione magica, che è quanto dire di attrazione per gli animali utili, allora l'artista avrebbe bulinato accanto alla renna, il cervo, il cavallo,

il toro selvaggio: in una parola tutti quegli animali che servivano di nutrimento all'uomo preistorico.

Dunque non è la renna la figura principale e dominante della scena, disegnata sulla tavoletta cornea, perchè appunto non é quella la cagione sopraesposta, per la quale venne essa rappresentata.

Rimane pertanto la figura della donna a rappresentare il motivo fondamentale del disegno: e che ciò sia vero basta soltanto riflettere alla condizione fisiologica speciale, in cui trovasi la donna stessa: dappoichè, come si è detto più sopra, è dessa in stato di *avanzata gravidanza*, come si può rilevare dal volume del ventre, e più ancora può dirsi prossima al momento più angoscioso per lei, e più emozionante per chi le sta d'intorno, al momento, cioè, del parto. Questa deve ritenersi la intenzione vera, per la quale il bulinatore preistorico effigiò sulla tavoletta di corno di renna la donna incinta, colpito forse dalle angoscie di un parto laborioso.

Ma rimane sempre da stabilire quale sia in questa scena la parte che fa la renna, e quale correlazione vi sia fra essa e la donna incinta.

E quì è d'uopo tornare sulla postura che occupa la renna rispetto alla donna incinta. Ma della renna gli unici avanzi sono gli arti posteriori, dai quali però si può riconoscere la sua posizione e intravedere forse l'atteggiamento suo. Come si è detto, guardando le zampe della renna, si trova che questa sta eretta, e in un piano *anteriore*, laddove la donna sta distesa e in un piano *posteriore*; ma, tenuto conto della lunghezza delle zampe posteriori, la renna (come giustamente osservano tutti) è rappresentata in proporzioni assai più grandi di quelle della donna.

Infatti se si prova a integrare il corpo della renna, questa sorpassa molto al di là la testa della donna e in pari tempo si ha la conferma della sua postura rispetto al piano occupato dalla donna stessa. Ma ciò, che importerebbe conoscere con sicurezza, sarebbe qui, se la renna trovisi disegnata in riposo, o in movimento, vale a dire, nell'atto di sollevare le gambe anteriori per compiere un salto. Sebbene non sia facile stabilire questo speciale atteggiamento dell'animale, nulla meno, ammettendo per un momento che le zampe posteriori della renna fossero puntate al suolo, ne consegue che le zampe anteriori potrebbero anche essere sollevate più o meno dal suolo stesso, come nell'atto di compiere un salto vicino alla donna incinta. Quando ciò si potesse stabilire con sicurezza, si avrebbe un altro elemento per dare la significazione alla presenza della renna rispetto alla donna incinta.

Trovandoci di fronte a queste due possibilità, vediamo brevemente quale sarebbe la rappresentazione figurativa della tavoletta sudescritta. Ammettendo la renna allo stato di riposo, la tavoletta preistorica ci potrebbe rappresentare una scena domestica, nella quale si vede una donna vicina al parto presso alla renna, animale caro alla tribù dei trogloditi. Qui la renna sarebbe la fida compagna della famiglia anche negli avvenimenti più solenni, ovvero figurerebbe come l'emblema della razza, e come suol dirsi il *Totem*. Tale interpretazione si avvicinerebbe a quella del Cleuziou.

Rispetto alla seconda, ritenendo l'animale, colto dall'artista nel suo movimento, si avrebbe nella tavoletta cornea la rappresentazione di una pratica volgare, basata questa sulla emozione, che proverebbe la donna incinta, nel vedere la renna in atto d'impennarsi, o di spiccare un salto vicino a lei, o sopra di lei, pratica destinata ad impressionare la donna e a renderne più agevole il parto.

Ambedue queste congetture sono verosimili per chi riguarda le due figure frammentarie della tavoletta preistorica. Ma sta tutto qui nel vedere, se si hanno fatti, sia nella preistoria, sia fra i selvaggi viventi, che stiano più in appoggio dell'una, anzichè dell'altra congettura.

Che l'emozione sia stato un espediente, usato per favorire il parto fin dalla più remota età, alcuni scrittori antichi lo attestano, e alcuni anche oggi lo confermano, avendo visto tale usanza presso popoli civili e selvaggi. Certamente che neppure l'uomo preistorico sfuggì all'influenza delle emozioni (1).

Fig. 3

(1) Su questo proposito basterà leggere i *Principii di Sociologia* dello Spencer, nei quali Egli tratta l'argomento, facendo rilevare, che l'uomo *primitivo*, come il selvaggio vivente, obedisce a delle emozioni dispotiche: esso, nella sua intensa impressionabilità, tiene una condotta esplosiva, caotica, per la quale è condotto rapidamente a determinate azioni. Herbert Spencer. *Principes de Sociologie.* Tom. I° Paris 1878. (Cap. VI. L'*Homme primitif-émotionel* pag. 78).

Non è pertanto inverosimile che davanti alla donna, in preda all'angoscia di un parto laborioso, anche l'uomo delle caverne abbia cercato qualche mezzo (sia pure il più semplice) per diminuirne le sofferenze, accelerando con qualche pratica l'espulsione del feto. E se la tavoletta della *Femme au Renne* non fosse giunta a noi in condizioni frammentarie, forse avremmo potuto stabilire, per mezzo di essa, se la donna incinta fosse posta sotto la renna, già impennata, per ricevere una subita e forte emozione.

Non potendo far ciò direttamente, sarà opportuno citare in proposito qualche esempio, riferentesi a questo sistema emozionale, in voga presso alcune genti anche oggi, quando fia d'uopo sollecitare un parto stentato.

È costume presso i *Calmucchi* (1) di spaventare la donna vicino al parto con improvvise detonazioni: la partoriente, se trovasi in condizioni difficili, è assistita dalla levatrice, la quale, allorchè vede la testa del feto in vagina, cerca di reggere il perineo: ad un dato momento fa un segno ad alcune persone nascoste e armate di fucile, perchè facciano fuoco. Alla improvvisa detonazione la donna espelle il feto. Siffatto costume esiste ancora in Abissinia, e non è raro trovarne qualche esempio anche presso di noi.

Ma più affine alla interpretazione della scena, figurata nella tavoletta sopradescritta, è il costume presso i popoli *Comanci* (2) di esporre la partoriente ad una forte impressione, mercè il salto di un cavallo sulla sua persona: ed ecco quale sarebbe il processo messo in opera da questi selvaggi. La donna partoriente verrebbe portata e distesa orizzontalmente nel mezzo di una pianura: intanto un guerriero illustre, montato sopra il più focoso corsiero, e vestito di tutta la sua armatura di guerra, si spinge a grande galoppo direttamente sopra il corpo della donna: ma all'ultimo momento, quando la donna sta per essere schiacciata dai piedi del cavallo, il guerriero si rivolta indietro. Con questo terribile apparato scenico e sotto questa profonda emozione si determina l'espulsione del feto (3).

Costumi analoghi, mantenuti da antiche superstizioni, e aventi per scopo di provocare forti impressioni nelle partorienti, si trovano anche oggi presso il volgo in alcune nazioni d'Europa, specie in Russia, come pure regnano in certe regioni dell'America e dell'India. Sono forse queste altrettante sopravvivenze, aventi la loro origine molto lontana nella storia dell'umanità.

---

(1) KALMOUKS (*Kalmyk*) una delle più grandi divisioni della razza *Mongola*: essi ne formano la branca *occidentale*: abitano all'O. tra il *Jénisséi* superiore, e il *Don*, e sono la maggior parte sotto l'autorità dell'Imperatore di Russia. — *Nouv. Diction. Géogr. Univ.*: M. Vivien de Saint-Martin. 1879.

(2) Popolazione del *Texas* occidentale (Reg. Merid. degli Stati-Uniti) sui confini del *Nuovo Messico* e della Prov. Messicana, *Coahuila*. I tratti di questi popoli selvaggi sono quelli della razza, che noi qualifichiamo dei *Pelli-Rosse,* con fisonomia fortemente caratteristica. La loro intrepidezza e le loro abitudini di scorrerie e di saccheggi ne hanno fatto il terrore dei popoli finitimi e particolarmente dei Messicani di *Rio Grande*. Sono soprannominati i *Tartari* del deserto: essi sono veri *Centauri* (*Nouv. Diction. de Géogr. Univ.*).

(3) G. J. Engelmann. — *La pratique des Accouchements chez les peuples primitifs*. Étude d'Ethnographie et d'Obstétrique — (*Edition française remaniée et augmentée par le* D.r Paul Rodet. Paris 1886).

Comunque, per la significazione della tavoletta, che porta incisa *la Femme au Renne*, sarebbe d'uopo avere in mano altri documenti della stessa epoca per compararli fra di loro (1).

Ma questi, per quanto concerne figure umane, sono piuttosto scarsi, e artisticamente sempre inferiori a quelli rappresentanti disegni di animali: e di più quando si vogliono trovare colla stessa rappresentazione scenica, ch'è quanto dire nelle stesse reciproche condizioni della *donna* e della *renna*, non ci vennero ancora forniti dalle scoperte paletnologiche; non ostante ciò noi possediamo alcuni disegni dell'*arte quaternaria*, nei quali vedesi effigiata la donna nuda colle anche molto sviluppate, e in posa da partoriente (?) colle gambe flesse e posta come sopra un piano inclinato. Basterà guardare nel *Repertoire de l'Art quaternaire* (S. Reinach) 1913, la Fig. 3ª pag. 100 per avere questa impressione. Non mancano ancora altri esemplari figurati di donne con ventre tumido, almeno apparentemente incinte, come si può scorgere in alcune delle statuette, trovate nella *grotta di Menton* (*Repertoire*, pag. 25.); ma siamo ben lontano dalla scena caratteristica della tavoletta colla *Femme au Renne*.

---

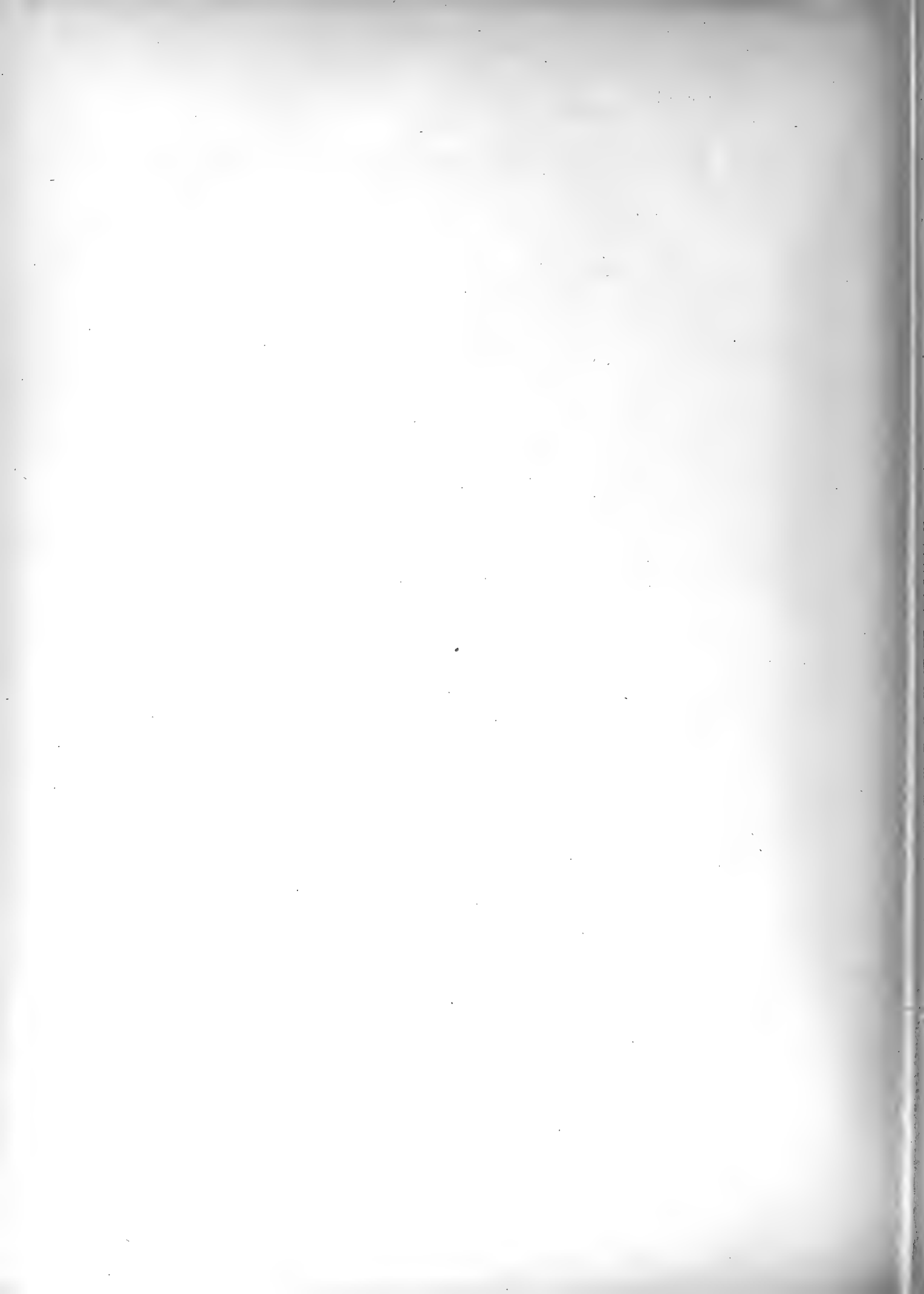
(1) In un argomento, così arduo come questo, ho voluto anche sentire il parere dell'illustre prof. Pigorini; e questi (che fu sempre gentile con me ogni volta che lo interpellai su questioni di preistoria) non si mostrò molto inchinevole a dare una significazione specifica alla tavoletta della *Femme au Renne*, basando il suo modo di vedere su validi argomenti. Trattandosi del giudizio di un così eminente Paletnologo, non posso dispensarmi dal riferire un brano della sua interessante lettera:

Roma, 27 Novembre 1916 . . . . . « Se le due figure della donna incinta e del renne formino « realmente « *un tableau* » come ha scritto il Piette, e se la loro unione possa esprimere qualche « pratica per agevolare il parto, come Ella non crede si possa a priori escludere, io proprio non saprei « dire. Guardando al materiale figurato che conosciamo del periodo del renne, io ne ho questa impres- « sione, che le popolazioni di quella lontana età, come si verifica fra i viventi iperborei, essi pure « compagni del renne, sentissero il bisogno di rappresentare figure umane di animali su ciò che loro « apparteneva, senza un concetto vero e proprio di comporre delle scene; dirò anzi che sentissero il « bisogno di coprire, pur che fosse, i loro oggetti con riproduzioni di esseri viventi, ma senza rapporto « alcuno fra l'uno e l'altro. Veda, ad es., quel frammento di uno dei così detti « bastoni di comando » « (per me capestri), pubblicato da Mortillet (*Musée Préhistorique*, tav. XXVII, fig. 198), oppure il « corno inciso dato dal Piette (L'*Art pendant l'âge du renne*, tav. XXXIX, fig. 1, 1ª, e tav. XL fig. 4). « Nel primo caso chi potrebbe, senza abbandonarsi ai più arditi voli della fantasia trovare il signifi- « cato di una incisione, nella quale si trovano riunite due teste di cavalli, un serpente e un uomo nudo « che tiene un bastone sopra una spalla? Nel secondo caso abbiamo intere figure di renni, e nei vani « fra le loro gambe sono incise immagini di pesci. A trovare rapporto fra il pesce e il renne, credo « che non sia cosa facile. Rimane invece, almeno a me, l'impressione, che non garbasse all'incisore « di lasciare dei punti senza decorazioni nel corno, e per toglierli vi rappresentò altri animali, quali « per forma e dimensioni gli convenissero ».

Giustissime osservazioni queste del prof. Pigorini, che io non oserei di contradire, specie per gli esempi, da esso opportunamente citati, e per altri ancora che si trovano nel *Repertoire de l'Art quaternaire di* S. Reinach.

Non ostante ciò (come ho detto in principio) ho voluto tentare siffatta interpretazione sopra la tavoletta della *Femme au Renne*, incoraggiato in ciò, sia dall'opinione del celebre Piette che la considera come un *tableau*, sia dalla dotta parola del Ch.^{mo} prof. Capellini, il quale, dopo la lettura del lavoro, ha trovato la significazione, da me sopraesposta, non indegna di essere mandata a stampa accanto alle altre interpretazioni sullo stesso argomento.

È d'uopo pertanto che la copiosa suppellettile, rinvenuta dai paletnologi nel periodo *glittico* della preistoria, venga un giorno raccolta (come in gran parte ha fatto il Piette nel suo grande *Atlante* « l'*Art pendant l'âge du Renne* 1907 ») in un CORPUS GLYPTICUM PRAEHISTORICUM UNIVERSALE, perchè si possa con questo, e sulla guida del metodo comparativo, illustrare nella loro più genuina significazione molte rappresentazioni figurative di *scultura, pittura* e *bulinatura,* che l'uomo delle caverne creò in quelle remotissime età: e in pari tempo ci sarebbe dato di conoscere meglio i suoi costumi, e di penetrare più profondamente nella sua psiche.

Che se questa proposta fosse accolta ed attuata dai Paletnologi, non mediocre vantaggio potrebbe venirne anche alla medicina della preistoria.

I MAMMIFERI FOSSILI
DELLA CAVERNA DI MONTE CUCCO

MEMORIA

DEL

Prof. VITTORIO SIMONELLI

letta nella Sessione del 28 Maggio 1916.

Nel calcare neocomiano del Monte Cucco — un monte posto a cavaliere tra l' Umbria e le Marche, subito accanto al nodo del Catria — si addentra per più di seicento metri una stupenda caverna : sprofondante come un pozzo all' ingresso, che resta circa 1410 metri s. l. d. m. ; strozzata, a luoghi, in cunicoli quasi impervii, a luoghi sfogata in sale di oltre cinquanta metri d' altezza, superbamente decorate di stalattiti e di stalagmiti.

Il merito di aver, mi si consenta la frase, messa in valore quella maraviglia di natura, spetta al Dott. Giambattista Miliani di Fabriano ; un uomo che ha fatto e fa onore alla sua regione nativa non soltanto come industriale e come deputato al Parlamento ; ma anche come alpinista e speleologo fra i più appassionati e più colti.

Racconta il Miliani (1) che quando si avventurò la prima volta dentro la caverna — nel giugno del 1883 — credeva « di avanzare per anditi sconosciuti » ; e fu « abbastanza maravigliato di scorgere qua e là, sulle pareti, date e nomi chiaramente incisi, o scritti col carbone ». Più frequente di ogni altro, segnato anche nelle più intime latebre della caverna, un nome, scritto a caratteri gotici « Ludovico » seguito da una data — 1551 — con accosto « una sigla formata da una croce su cui era innestata la lettera S. »

Ma nella caverna di Monte Cucco il Miliani trovò non soltanto le orme di questo Ludovico, che « se non fu il primo a visitarla, fu il primo che la percorse con intelletto d' amore » ; e che certo merita, per anzianità, un posto onorevolissimo nella storia della Speleologia. Trovò — durante un' altra visita fatta alle caverna nel 1889 — un blocchetto di calcare stalagmitico, con dentro impigliati frantumi d' ossa lunghe e qualche dente. Ebbe la buona idea di sottomettere il blocchetto

(1) *La Caverna di Monte Cucco.* Boll. del Club Alpino Italiano, N. 58, Vol. XXV. Anno 1891. Torino 1892.

all' esame del Sen. Capellini, e questi subito riconobbe appartener tali avanzi ad una specie estinta e non comune di orso; all' *Ursus priscus* Cuv., segnalato per la prima volta dal Goldfuss nella caverna di Gaylenreuth (1).

Calorosamente incitato dall' insigne paleontologo di Bologna, il Miliani intraprese nelle caverne di Monte Cucco nuove, diligentissime esplorazioni, volte in particolare alla scoperta di altri avanzi animali. Ad una di quelle esplorazioni, tutt' altro che agevoli, fatta nel settembre del 1890, volle partecipare il Capellini in persona: allora ed oggi sempre giovanilmente alacre, come era nel 1858, quando esumava gli ossami dell' *Ursus minor* nella caverna di Cassana (2).

Frutto delle esplorazioni onde ho fatto cenno fu una raccolta, che oggi figura onorevolmente nel Museo geologico dell' Università di Bologna; raccolta già parzialmente illustrata dal Capellini, prima con una nota « *Sulla scoperta di una caverna ossifera a Monte Cucco* » (3) e poi con un elenco — comunicato al Miliani e dal Miliani pubblicato (4) — delle specie riconosciute con maggior sicurezza: *Ursus spelaeus* — *Ursus priscus* — *Felis antiqua* — *Felis catus magna* — *Canis vulpes spelaeus* — *Mustela foina* — *Vespertilio ferrum-equinum.*

Ho avuto dal Sen. Capellini l' incarico graditissimo di ordinare quella raccolta e il permesso, non meno gradito, di pubblicare quanto vi trovassi d' interessante o di nuovo. Ho adempiuto come ho potuto meglio all' incarico e oggi profitto del permesso; non senza riconoscere, dichiarando anzi, io per primo, che assai meglio sarebbe stato se il Capellini avesse tenuta la promessa, fatta nella sua nota preliminare del 1889, di render « conto particolareggiato » dei fossili di Monte Cucco.

La revisione fatta da me degli avanzi fossili raccolti nella caverna porta solo lievi modificazione all' elenco trascritto più sopra.

Le forme da me riconosciute, e parzialmenfe descritte nelle pagine che seguiranno, son queste:

1. *Myotis myotis* Bork.
2. *Vulpes vulpes* Lin.
3. *Ursus spelaeus* Blumb.
4. *Ursus priscus* Gdf. et Cuv.
5. *Martes foina* Erxleben
6. *Felis silvestris* Schreb.
7. *Felis pardus* Lin.
8. *Rupicapra rupicapra* Lin.

Myotis (*Vespertilio*) myotis Borkhausen sp.

1797. *Vespertilio myotis* Borkhausen, Deutsche Fauna, p. 80.
1912. *Myotis myotis* Miller, Catalogue of the Mammals of Western Europa, p. 192.

Gli avanzi di pipistrello trovati nella grotta di M. Cucco furono già riferiti a *Vespertilio ferrum-equinum* Schreber. Ma contro questa determinazione sta la formula

(1) Nova Acta Ac. Leop., 1821, X, 2, p. 259.
(2) Bulletin de la Soc. géol. de France, 3.e Serie, T. XV, p. 423, T. XVI, p. 21. Paris 1887.
(3) Boll. della Soc. Geol. It. Vol. VIII, fasc. 3. Roma 1889.
(4) *La Caverna di M. Cucco.* Boll. del Club Alpino Italiano, N. 58, Vol. XXV, Anno 1891, pag. 15. Torino 1892.

dentaria che in più mascellari e mandibole da me esaminati ho trovato esser costantemente $i\,\frac{2}{3}\,c\,\frac{1}{1}\,pm\,\frac{3}{3}\,m\,\frac{3}{3}$ invece che $i\,\frac{1}{2}\,c\,\frac{1}{1}\,pm\,\frac{3}{3}\,m\,\frac{3}{3}$ come nei *Rhinolophus* (1). Tal formula coincide invece esattamente con quella del gen. *Myotis*, di cui talune specie (*M. myotis*, *M. oxygnathus* Monticelli) hanno a comune col pipistrello di Monte Cucco anche le dimensioni, notevolmente superiori a quelle degli altri chirotteri europei.

	Esemplari di Monte Cucco				*Myotis myotis* (da Miller)	
	I	II	III	IV	min.	mass.
Lunghezza massima del cranio .	23	—	20	22	22	23, 6
Diametro bizigomatico	—	14, 4	14	15, 5	14, 6	15, 8
Diametro interorbitario. . . .	5, 0	5, 1	5, 2	5, 3	5, 0	4, 6
Diam. trasv. massimo della cassa cranica . . . ;	9, 8	10, 0	9, 3	10, 3	9, 8	10, 6
Lunghezza dellla mandibola . .	18, 5	17, 3	—	—	17, 8	19
Fila dei denti mascellari . . .	11, 5	10, 0	10, 0	11, 5	9, 8	10, 6
Fila dei denti mandibolari . .	11, 3	11, 3	—	—	10, 4	11, 2

La riportata tabella di misure dimostra la piena rispondenza nelle proporzioni, tra il nostro fossile e gli esemplari attuali di *Myotis myotis*. Ugualmente completa è la rispondenza nella forma generale del cranio e nei minuti caratteri dei denti. Notasi, fra l' altro, che nel terzo molare inferiore il secondo triangolo è molto più piccolo del primo, e che nella mascella il premolare mediano è spostato dall' asse della fila dentaria verso l' interno ; ciò che vale giusto a differenziare *Myotis myotis* dalle specie congeneri.

Vulpes vulpes Lin.

1758. *Canis vulpes* Linnaeus, Syst. Nat. I, edit X, p. 40.
1912. *Vulpes vulpes* Miller, Op. cit., pag. 326.

La volpe della caverna di Monte Cucco fu già indicata col nome di *Canis vulpes spelaeus* : ma a me sembra non diversifichi in nulla dalla nostra volpe comune.

La specie è rappresentata dagli avanzi di almeno due individui : fra i quali avanzi i più interessanti sono un cranio poco men che completo, una mandibola intera, e un mascellare sinistro con i *pm.* 3 e 4 e i *m.* 1 e 2.

---

(1) Miller. — *Catalogue of the Mammals of Western Europe.* London 1912. Pag. 137.

Eccone le misure, comprese quelle dei denti superiori e inferiori: messe di fronte ad altre misure prese sopra un cranio di *Vulpes vulpes* attuale, di mezzana grandezza, che fa parte della collezione osteologica del Museo Capellini.

	Vulpes di M. Cucco I.	II.	*Vulpes vulpes* del Mus. Cap.
Lunghezza del cranio, dall'estr. post. della cresta sagittale a una linea tirata fra le apofisi postorbitarie, mm.	65	—	64
Larghezza del cranio tra le apofisi postorbitarie . .	37	—	35, 5
Massima larghezza del cranio, posteriormente . . .	48	—	47
Spazio occupato complessivamente dai *pm.* 3 e 4 e dai *m.* 1 e 2	36	35	34
Lunghezza del *pm.* 4 nella faccia esterna	13	12, 7	13, 5
Larghezza massima del *pm.* 4	6, 5	6, 2	6, 4
Lunghezza della mandibola, dai condili al marg. incisivo	98, 2	—	100, 6
Altezza del corpo della mandibola in corrispondenza del *m.* 1 (esternamente)	13	—	13
Spazio occupato dal *pm.* 4 e dai molari I, 2, 3 infer.	32, 2	—	34
Lunghezza del *m.* 1 infer. nella faccia esterna . . .	14, 6	—	15, 6
Massima larghezza del *m.* 1 infer.	5, 5	—	5, 7

Parimenti le altre ossa ritrovate armonizzano, per le dimensioni, con quelle della *V. vulpes* odierna.

	Vulpes di M. Cucco	*V. vulpes* Mus. Cap.
Omero - Lunghezza totale . . . . mm.	118, 5	127
Diametro trasv. all'estr. distale	19	21
Ulna - Lunghezza totale	128	137, 5
Diametro antero-post. a livello del becco olecranico	15, 3	16
Femore - Lunghezza totale	124, 5	135
Diametro trasv. all'estr. distale	19, 6	21, 6
Tibia - Lunghezza totale	133	142
Diametro trasv. all'estr. prossimale.	20, 5	21, 5

Ursus spelaeus Blmb., e ***Ursus priscus*** Gdf. Cuv.

La parte più cospicua e interessante del materiale raccolto dal Miliani nella caverna consiste in ossa e denti di orso. Ve n' ha quanto occorre per rappresentare almeno una ventina d' individui, diversi d' età, di sesso, e, quel che più conta, di specie.

Il Capellini (1) aveva scritto: « Contrariamente a ciò che si verifica in generale per le caverne ossifere, l' orso di cui si può ritenere che troveremo resti più abbondanti [a M. Cucco] non sarà il grande orso delle caverne, ossia l'*Ursus spelaeus* Blumb., bensì il piccolo orso che Goldfuss segnalò pel primo come raccolto da Soemmering nelle parti più profonde della caverna di Gaylenreuth e al quale diede il nome di *Ursus priscus* ».

La previsione del Capellini si è verificata a puntino. Gli avanzi d' orso trovati a Monte Cucco appartengono in maggioranza grandissima a una specie o, se si vuole, a una razza, a una varietà, diciam pure a una forma, cui spetta il nome medesimo adoprato già pel *piccolo orso* di Gaylenreuth (*U. priscus*). Altri, assai più scarsi esemplari, son da attribuire all' *Ursus spelaeus*.

Debbo qui dire come nel prepararmi allo studio degli orsi di Monte Cucco, io mi sia trovato dinnanzi una letteratura parecchio dissonante.

Il De Blainville (2) considerava semplicisticamente gli orsi tutti dalle caverne d' Europa come pertinenti ad un' unica specie, che ancora in Europa ha soggiorno: *U. arctos*. Ammetteva soltanto due varietà; una di prima e una di seconda grandezza. *Ursus giganteus, U. spelaeus, U. major, U. Pitonii, U. Neschersensis* sarebbero stati i maschi, *Ursus arctoideus, U. leodiensis* le femmine della prima varietà: alla lor volta *U. spelaeus minor* sarebbe stato il maschio, *U. priscus* la femmina della varietà di seconda grandezza dell' *arctos*.

Gli autori inglesi, Busk (3) fra gli altri, Lydekker (4), Reynolds (5), son di tutt' altro parere, almeno circa l' *U. priscus*. Questo é, secondo loro, tutta una cosa, non con l' *arctos*, ma con l' *U. horribilis* Ord., cioè col *Grizzly* notissimo dei cacciatori americani. E in questa opinione conviene esplicitamente un chiaro paleontologo nostro, il Portis. « Tutta quanta la così detta specie *Ursus priscus* Goldf. Cuv., cadendo nella sinonomia dell' *U. horribilis* Ord., ne viene di conseguenza dice — il Portis — che i singoli esemplari che verranno a costituirla, verranno per forza naturale degli eventi a far parte della specie *Ursus horribilis* Ord., provengano essi da Gaylenreuth o da Roma o dalla Spagna o dalla Francia » (6).

---

(1) Op. cit. pag. 5.

(2) *Ostéographie des Mammifères* — T. 1, pag. 59 e seguenti.

(3) Busk. — *Observations on certain points in the dentition of fossils Bears.* Proc. Geol. Soc., Vol. XXIII, pag. 342. London 1867.

(4) Lydekker. — *Cat. Foss. Mamm. Brit. Mus.*, Vol. I, p. 166. London 1885.

(5) Reynolds. — *The Pleistocene Bears.* Palaeontographical Society. Vol. LX. London 1906.

(6) Portis. *Di due notevoli avanzi di carnivori fossili dei terreni tufacei di Roma.* — Boll. d. Soc. Geol. Ital. Vol. XXVI. Roma 1907.

Viceversa il Gaudry e il Boule (1) mantengono, rispetto all' *U. priscus*, l' opinione stessa del De Blainville. Trovano, a giudicare dai materiali del Museo di Parigi, che l' Orso grigio di California, il *Grizzly* (*Ursus horribilis*) differisce dall' *Ursus priscus* più assai che non ne differisca l' orso bruno d' Europa (*U. arctos*). Propendono per considerare il *priscus* come un *U. arctos* di grande statura, e pensano che la meglio sia d' inscriverlo sotto il nome di *Ursus arctos* (razza *priscus*). Aggiungono essere stata emesso il medesimo parere molti anni prima dal Filhol, che studiando un cranio di *U. priscus* della caverna del Herm, ne aveva fatto risaltare la somiglianza con l' orso bruno dei Pirenei.

Il Trouessart taglia corto, inscrivendo nel suo *Catalogus mammalium* l' *U. priscus* Cuv., come specie autonoma, l' *U. minor* di Gaudry e Boule come varietà dell' *U. spelaeus*.

Zittel fa come Trouessart. Tiene distinto come specie l'*U. priscus* (2), avvertendo che taluni lo identificano con il *Grizzly* (*U. ferox* Geoffroy) altri con l' orso bruno (*U. arctos*).

Una quistione che rimane irresoluta fra studiosi i quali, non foss' altro, da una parte hanno a disposizione le raccolte del Museo Britannico, dall' altra quelle del Jardin des Plantes, non può esser tentata da me, così scarsamente fornito come sono di mezzi di confronto, specie per quel che concerne le forme viventi. Senza addentrarmi perciò in discussioni, mantengo al termine *U. priscus* il significato stesso che ha dato loro l' insigne autore del « *Catalogus mammalium* » : e vengo a dire quel che di più importante ho potuto rilevare nell' esame comparativo degli avanzi di orso raccolti a M. Cucco.

Crani e mandibole. — Abbastanza ben conservati son quattro crani : tre dei quali appartenenti ad *U. priscus* ed uno appartenente ad *U. spelaeus*.

A distinguere questo da quelli vale un carattere già messo in evidenza da molti paleontologi, a cominciar da Cuvier: la forma della fronte, che è piatta trasversamente e longitudinalmente nell' *U. priscus*, senza concavità pronunziata; mentre nell'*U. spelaeus* la fronte, al punto di congiunzione con i nasali, si rigonfia e si rialza quasi ad angolo retto, dividendosi in due bozze considerevolmente sviluppate. Un altro buon carattere distintivo è il seguente. Le due creste che dalle apofisi postorbitarie si dirigono convergenti verso la protuberanza sopraoccipitale, nell' *U. spelaeus* giungono distiute fino a breve distanza dalla protuberanza stessa (a 4 cm. circa nel cranio figurato). Nei crani che attribuiamo ad *U. priscus* invece la fusione delle due creste si compie, come nell'*U. arctos*, a metà distanza, all' incirca, fra una linea passante per le apofisi postorbitarie e il sopraoccipitale. L' angolo formato posteriormente da dette creste viene ad essere così di circa 38° nell' *U. spelaeus*, di circa 57° nel *priscus*. Infine, i margini posteriori del parietale e del temporale si raccordano in una linea sigmoidea che nell' *U. priscus* va molto meno inclinata dall' indietro in basso all' avanti in alto, di quel che non faccia nell' *U. spelaeus*.

---

(1) *Materiaux pour l' histoire des temps quaternaires*. Fasc. IV. *Les Oubliettes de Gargas et le petit Ours des cavernes*, pag. 112. Paris, 1892.

(2) *Traité de Paléontologie*. P. I. T. IV. pag. 648. Paris, 1894.

Il bel cranio di *U. spelaeus* cui si riferiscono le fig. 5, 6 e 7 della Tav. I, misura dall' estremità della cresta sagittale all' estremità del muso soltanto 35 centimetri circa: la mandibola meglio conservata non è lunga più di 18 cm. dal margine incisivo al principio del processo coronoide: dimensioni inferiori notevolmente a quelle offerte da un *Ursus spelaeus* di mezzana grandezza. Se non fosse lo stato delle suture che indica trattarsi di un individuo assai giovane, potrebbe quindi pensarsi che invece di trattarsi della forma tipica dello speleo si trattasse della var. *minor* stata illustrata ultimamente dal Gaudry e dal Boule (1) e prima assai stata segnalata in Italia dal Capellini (2).

La mandibola del nostro *U. spelaeus* è proporzionatamente assai più alta di quelle di *priscus* della nostra raccolta, più curva nel senso longitudinale, scafoide, anzi che rettilinea, per il massimo tratto della lunghezza del margine inferiore.

	Ursus spelaeus	*U. priscus* I	II	III
Lunghezza del cranio dall' intaglio o seno intercondiloideo all' estr. anteriore mm.	334	303 circa	—	—
Distanza fra *c.* e *pm.* 4	19, 7	—	29, 8	—
Altezza verticale dal margine inferiore dei condili occipitali alla sommità della cresta sagittale	—	—	—	123
Larghezza fra l'estremità dei processi postorbitali	92	102	116	119
Lunghezza, dalla protuberanza sopra-occipitale ad una linea tirata dall'una all'altra apofisi postorbitaria	168	181	—	214
Massima larghezza posteriormente, in corrispondenza dei processi mastoidei del periotico	—	162	—	182

	U. spelaeus	*U. priscus.*
Massima lunhezza del ramo mandibolare dalla estremità anteriore al condilo mm.	—	256
Lunghezza misurata dal margine incisivo al margine posteriore del *m.* 3.	179	164
Altezza, dall'angolo alla sommità del processo coronoide. . .	—	101
Altezza del corpo esternamente, in corrispondenza dell' intervallo fra *m.* 1 e *m.* 2	57	41, 5
Lunghezza del diastema fra *c.* e *pm.* 4.	60	40

(1) Op. cit.

(2) *Nuove ricerche paleontologiche nella caverna ossifera di Cassana.* (Lettera al Prof. Lessona). *Liguria medica,* n. 5 e 6. Genova 1859.

Denti. — Ciò che di più notevole si riscontra nell' esame comparativo dei denti è la presenza, nei resti attribuiti ad *U. priscus*, del 3° premolare superiore, gemmiforme, e degli alveoli dei *pm.* 1 e 2, nonchè dell' alveolo del *pm.* 1 nella mandibola; mentre nè la mandibola nè la mascella dell' *U spelaeus* serbano traccia dei primi tre premolari. Inoltre il *pm.* 3 nello *spelaeus* ha sviluppatissima la cuspide esterna, e ben sviluppata, sebbene non nel medesimo grado, l' interna; nel *priscus* la cuspide interna è debolissima e l' orlo posteriore del dente è segnato di piccole colline rilevate. Il molare 1 è anteriormente più ristretto nello *spelaeus* che nel *priscus.*

Circa le misure, eccole qui riportate.

Denti superiori

	Ursus	*U. priscus*	
	spelaeus	Cranio I.	Cranio II.
Canino - Diam. ant. post. al colletto mm. . . .	24, 3	20	17
Diametro ant. trasverso.	20, 4	15	12, 8
Premolare 3 - Diametro massimo.	—	7	6, 4
Premolare 4 - Diametro ant. post.	20, 7	16, 8	15
Diam. trasverso massimo	15, 7	13	12
Molare 1 - Diam. anteroposteriore..	30, 3	23, 5	21, 5
Diam. trasverso massimo	20	16, 6	16, 3
Molare 2 - Diam. anteroposteriore	44	41, 0	35
Diam. trasverso massimo	22	19, 5	17, 2

Denti inferiori

	Ursus	*U. priscus*	
	spelaeus	destro	sinistro
Canino - Diam. ant. post. al colletto mm.	21	22	—
Diametro trasverso	15, 5	15	—
Premolare 4 - Diametro ant. post.	14, 3	14	14
Diametro trasverso	9, 3	7, 3	7, 3
Molare 1 - Diametro ant. post.	29, 5	25	25
Diam. trasverso poster..	13, 4	12, 5	12
Molare 2 - Diametro ant. post..	28, 5	27, 2	27, 4
Diametro trasverso	17	16, 5	16, 3
Molare 3 - Diametro ant. post..	25, 7	23, 2	23, 3
Diametro trasverso	17, 2	16	16

Circa il rimanente dello scheletro ho limitato l' esame alle ossa che mi era dato mettere in confronto con altri esemplari di sicura determinazione e di non dubbia provenienza; alle scapole cioè, alle ulne, ai femori, alle tibie.

Scapole. — Ben 17 scapole sono rappresentate nella raccolta di M. Cucco: ma in tutte si è conservato il forte soltanto, cioè il terzo, o, al massimo la metà inferiore. Impossibile quindi stabilirne il contorno e valutarne le dimensioni principali.

Talune son di vecchi, altre dl giovanissimi individui. Nella più piccola la superficie articolare misura soltanto 35 mm. di maggior diametro: nella più grande ne misura 79.

Il contorno di detta superficie articolare permette di spartire queste scapole in due gruppi. In uno il contorno ovale allungato, con la proporzione di 49 : 79 fra lunghezza e larghezza, risponde esattamente a quello dell' *U. spelaeus.* (es. di l' Herm del Mus. Capellini). Nell' altro il contorno più tondeggiante (lungh. mm. 62, largh. mm. 45) fa pensare si tratti dell' *U. priscus.*

Cubiti. — Le variazioni estreme nella forma e nelle proporzioni dei cubiti d' orso raccolti a M. Cucco sono rappresentate dagli esemplari delle fig. 18 e 10 della Tav. I. Il primo, che io ritengo spetti ad *U. priscus,* differisce dal secondo — pertinente. a mio avviso, ad *U. spelaeus* — per la grossezza molto minore della diafisi, per il molto minore sviluppo dell' olecrano nel senso antero-posteriore e per l' andamento complessivo del margine superiore dell' olecrano stesso, che apparisce tagliato obliquamente anziché troncato orizzontalmente.

	U. priscus	*U. spelaeus*	
Lunghezza totale mm.	339	350	—
Diametro antero-post. dell'olecrano	56	68	82
Diam. antero post., a metà della diafisi . . . . ,	29	32	41
Diam. trasverso a metà della diafisi.	16, 4	24	31
Diam antero-post., all' articolazione carpale . , . .	38	46	—
Diam. trasverso all' artic. carpale	22	26	—

Femori. — Facile anche per questi distinguere ciò che spetta ad *U. spelaeus* da ciò che spetta all' *U. priscus.* In quelli riferibili alla prima specie la diafisi è pronunziatamente compressa in senso antero-posteriore (negli esemplari di M. Cucco come in quelli del Herm e di Cassana) In quelli del *priscus* invece la diafisi è cilindroide; i due diametri antero-posteriore e trasverso per poco non si equivalgono. L' insieme dell' osso è inoltre in questi ultimi più snello e leggero.

Ciò risulta dalle misure qui appresso riferite, prese sui due esemplari dove meglio sono espresse queste caratteristiche. (Son gli esemplari figurati nella Tav. I sotto i numeri 11 e 19).

	U. priscus	*U. spelaeus*
Lunghezza totale . . . . mm,	394	407
Diametro trasverso, ai condili	74	97
Diametro ant. post. della testa.	45	49, 5
Diam. ant. post. della diafisi a metà lunghezza	29	26
Diam. trasverso della diafisi a metà lunghezza	31	37
Diam. trasverso alla estr. prossimale traverso la testa e il gran trocantere	91, 5	106

Tibie. — Pur di queste è facile l' assegnazione ai legittimi proprietari. Breve e tozza la tibia dell' *U. spelaeus*, e quasi tonda a metà della diafisi ; allungata, snella quella del *priscus* e foggiata nel mezzo a prisma triangolare. La superficie articolare inferiore in senso trasversale è proporzionatamente molto più allungata nella tibia dello *spelaeus* che in quella del *priscus*.

	U. spelaeus	*U. psiscus*
Diametro massimo trasverso all'estr. prossimale mm. . . .	82 (circa)	79
Diametro ant. post. all' estr. prossimale, dall' intaglio della sup. articolare pel femore e la cresta	69	61
Diametro trasverso all' estr. distale	67	69
Diametro ant. post. all' estr. distale	37	35
Diam. trasv. nella parte più sottile della diaasi. . . . . ,	29	24
Lunghezza totale	278	290

Concludendo, circa gli orsi, oltre l'*U. priscus* noi abbiamo un numero cousiderevole di avanzi che complessivamente possiamo indicare come spettanti ad *U. spelaeus*. Per taluni di questi (come ad esempio per il cranio rappresentato dalle fig. 5, 6 e 7 della Tav. I) non possiamo escludere, anzi saremmo inclinati a ritenere si tratti della var. *minor*. Ma per altri, come p. es. per certe mascelle fornite di canini lunghi fin 126 mm., e aventi diametro antero-posteriore di ben 36 mm., come anche per certi omeri e certi femori pari in grandezza agli esemplari maggiori di *U. spelaeus* esistenti nel Museo Capellini, si può esser certi che si tratta della forma normale o *major* dell'*U. spelaeus* medesimo.

Martes foina Erxleben

1777. *Mustela foina* Erxleben, Syst. Regni Anim., I, p. 458.
1912. *Martes foina* Miller, Cat. of the Mammals of Western Europe. London, p. 374.

Un cranietto conservatissimo di mustelide si fa riconoscere agevolmente come appartenuto a *Martes foina* per la forma allungata (non triangolare nè rombica come in *Meles* e in *Lutra*) della corona del ferino superiore, per la presenza di 4 . 4 premolari (anzichè di 3 . 3 come in *Vormela* e in *Mustela*), e infine perchè il maggior diametro del *m* non arriva alla lunghezza del margine esterno del ferino (come in *Martes martes*). Il pm^3 ha la corona biconvessa, anzichè concavo-convessa come in *M. martes*; il lobo interno del pm^4 misura appena metà della larghezza della parte tagliente della corona, invece di pareggiare detta larghezza, come accade in *M. martes*.

Ecco le dimensioni del cranio di cui ho detto:

Lunghezza massima	mm.	76, 5	
Larghezza mastoidea	»	42	(circa)
» interorbitale.	»	20	(circa)
» rostrale, sopra i canini . . .	»	16, 3	
» della cassa cranica	»	25, 3	
Lunghezza della serie dentaria mascellare .	»	32	

Le proporzioni di altre ossa di mustelide trovate pure nella caverna di Monte Cucco, concordano ugualmente con quelle delle corrispondenti ossa di *Martes foina*.

Omero - Lunghezza totale mm.	67, 8
Massimo diametro all'estr. distale	15
Radio - Lunghezza	54, 5
Diametro massimo inferiore	9, 2
Cubito - Lunghezza totale. . . . . , ...	65, 8
Diametro ant. post. a livello del becco olecranico	9
Femore - Lunghezza totale	77, 5
Diametro trasverso inferiore	14, 2
Tibia - Lunghezza totale	83
Diam. trasverso all'estr. prossimale . . . . , . .	14, 6

Felis silvestris Schreber.

1777. *Felis* (Catus) *silvestris* Schreber, Säugethiere, III, p. 397.

Il gatto selvatico è rappresentato nella nostra raccolta da una mandibola quasi completa, da un frammento di cranio comprendente il palatino e il mascellare sinistro,

con gli alveoli del canino e del *m* 1 e con i tre premolari conservatissimi, da due frammenti di omero, da un osso iliaco sinistro e dalla metà inferiore di un femore.

Ecco le misure dei denti del gatto selvatico di M. Cucco (I) messe in confronto con quelle che il Miller (1) fornisce pel *F. silvestris* (II) e pel *F. catus* (III).

	I.	II.	III.
Lunghezza complessiva del ferino superiore e del *pm.* 3 . . . . mm.	20,3	16,6 - 20,0	15,0 - 17,8
Lunghezza complessiva dei tre denti *m* e *pm.* della mandibola	24,6	18,8 - 23,6	18,0 - 20,4
Lunghezza del molare inferiore	9,8	7,8 - 10,0	6,6 - 8,6

Come le dimensioni dei denti superano di circa $^1/_5$ quelle dei denti del *F. catus*, così le poche ossa rinvenute sono, rispetto a quelle del *F. catus*, circa di $^1/_5$ più grandi, come risulta dallo specchio qui annesso:

	Felis di M. Cucco	*F. catus* del Mus. Cap.
Omero - Diametro trasverso all'estr. distale mm. . .	23,5	17
Femore - Diametro trasverso all'estr. distale	22,6	17,9
Osso innominato - Lunghezza totale.	100	74

Felis pardus Linn.

1767. *Felis pardus* Linnaeus, Syst. Nat., Edit. XIII, T. I. p. 61.

Fra gli antichi ospiti della caverna di Monte Cucco figura un grosso felino, prossimissimo, per non dire identico, all' attuale pantera d'Africa e d'Asia. È rappresentato questo felino da una mandibola priva delle apofisi coronoide e condiloidea, ma recante tuttora, oltre gli alveoli dei canini e degli incisivi, i premolari tutti e i molari di destra e di sinistra: più da due mascellari, uno di destra e uno di sinistra, entrambi con ancora saldata buona parte dei rispettivi giugali, e offerenti completa la serie dei denti superiori, salvo gl' incisivi e i molari. Si aggiunga un frammento d' osso iliaco sinistro, e un piccol numero di ossa lunghe, molto ben conservate: tre omeri e due cubiti, un radio e due femori.

Ecco qui sotto le dimensioni delle ossa lunghe, messe in confronto con le misure fornite dal De Blainville (2) per alcuni esemplari di *Felis pardus* del Museo di

(1) Miller. Op. cit. p. 462.
(2) De Blainville. — *Ostéogr. des Mammifères*, Gen. *Felis*. Paris 1841.

Parigi, e con quelle rilevabili dalle figure date dal Gervais (1) per il *Felis antiqua* della caverna di Mialet.

	Felis di M. Cucco		*F. pardus* attuale (sec. De Blainville)			*F. antiqua* Cav. di Mialet
			I	II	III	
Omero - Lunghezza totale mm. .	218	—	219	203	210	228
Massimo diametro trasverso alla estremità distale	50	53	—	—	—	51
Diametro trasverso a metà della diafisi	17	19	—	—	—	20
Radio - Lunghezza totale . . .	187	—	172	176	182	200
Massimo diametro all'articolazione carpale	35	—	—	—	—	37
Massimo diametro a metà della diafisi	16	—	—	—	—	18
Cubito - Lunghezza totale . . .	228	—	—	—	—	—
Massimo diametro antero-posteriore a livello del becco olecranico	30	32	—	—	—	37
Femore - Lunghezza totale . . .	248	—	235	283	234	256
Massimo diametro all'estremità distale	46	—	—	—	—	50
Diametro trasverso a metà della diafisi	20	—	—	—	—	22

Apparisce da queste misure come il felino della caverna di Monte Cucco pareggiasse la statura di un' ordinaria pantera, e, tanto per la mole quanto per le rispettive proporzioni delle singole ossa molto si avvicinasse anche al *Felis antiqua*, che, del resto, è ritenuto dal Falconer tutt' una cosa col *F. pardus* (2) e dal Trouessart è considerato come semplice varietà di questa specie (3).

Anche i mascellari e i giugali non presentano serie differenze da quelli dell' attuale Pantera. Soltanto può notarsi che il margine inferiore dell' orbita, invece di essere regolarmente arcuato come nel *Felis pardus*, corre quasi rettilineo per un buon tratto: e che il giugale concorre in assai minor misura del mascellare alla formazione della faccia esterna del ponticello ond' è limitato superiormente ed esternamente il foro intraorbitario.

(1) Gervais P. — *Zoologie et Paléontologie générales.* Pl. XIII. [Caverne de Mialet]. Paris. 1867-69.

(2) V. Boyd Dawkins a. Ayshford Sanford. *British Pleistocene Mammalia.* P. IV. Palaeontographical Society. Vol. XXV, pag. 177. London 1872.

(3) *Catalogus mammalium tam viventium quam fossilium* T. I. pag. 355.

Quanto ai denti superiori dobbiamo anzitutto accennare la presenza di un dentino, a dir meglio, della radice di un dentino, nello spazio compreso fra il *c* destro e il pm^2. Nel mascellare sinistro si osserva al posto del dentino la traccia di un alveolo quasi completamente obliterato. A parte ciò la dentatura superiore risponde, in complesso, assai bene, a quella della Pantera e del *Felis antiqua*. Soltanto le dimensioni sono notevolmente ridotte e i premolari secondo, terzo e quarto risultano più compressi trasversalmente: il pm^2 in special modo non offre nel suo terzo posteriore il pronunziato rigonfiamento che si osserva nel corrispondente premolare del *F. pardus*. Ciò risulta chiaro dalle misure che riporto qui sotto, mettendolo in confronto con quelle date pel *F. pardus* dal Del Campana (1), con altre da me prese direttamente sopra un cranio di Pantera messo a mia disposizione dal Ch.mo Prof. Giacomini, e pel *Felis antiqua* con quelle rilevabili dalle figure del Gervais (op. cit., Tav. XIII).

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Canino superiore - Diametro ant. posteriore al colletto mm. . . .	12,5	16,5	16,3	14	11,7	13
Diametro trasverso	9,7	14,3	12,3	10	8	—
Premolare secondo - Diam. ant. posteriore	5,5	7	—	—	—	—
Diametro trasverso	4,7	5,8	—	—	—	—
Premolare terzo - Diametro ant. post.	16,3	19	16,8	16,5	15	19
Diametro trasverso massimo . . .	7,7	11	8	8,5	6,8	—
Premolare quarto - Diam ant. post.	25	29	24,5	24,7	22,8	25
Diametro trasverso	11,4	15	12,5	12,3	12,3	—
Alveolo del molare - Lung. massima	8	9	—	—	—	—

I. *Felis* di M. Cucco — II. *Felis pardus* viv. Collez. Univ. di Bolog. — III. *Leopardus pardus* ♂ dell'Affrica orientale (Del Campana) — IV. *L. pardus* ♀ della Colonia del Capo (Del Campana). V. *L. Pardus* var. *minor* dell'Affrica orientale (Id.) — VI. *Felis antiqua* della Cav. di Mialet.

La mandibola si fa notare, a prima vista, per la pochissima altezza del suo corpo. In rispondenza del *pm* 3 essa misura difatti solo 22 mm, mentre quella del *F. pardus* attuale arriva nel medesimo punto a 25, a 27 e fino a 29 mm., e quella del *F. antiqua* misura da 28 mm. (es. della grotta di Cucigliana nei M. Pisani (2) a 29 mm. (es. di Mialet) fino a circa 30 mm. (esemplare della grotta delle Fate nel Finalese (3). Altre peculiarità non vi ho saputo rilevare.

(1) *Nuove ricerche sui Felini del Pliocene italiano,* Palaeontographia Italica, Vol. XXI, Pisa 1915).

(2) Issel. — *Nuove ricerche sulle caverne ossifere della Liguria.* Mem. della R. Acc. dei Lincei. Ser. 3, Vol. II, Roma 1878, pag. 53, tav. IV, pag. 1-3.

(3) Acconci. — Sopra una caverna ossifera scoperta a Cucigliana. Mem. della Soc. Tosc. di Sc. Nat. Vol. V. fasc. 1°. Pisa 1881, pag. 144, Tav. IV, fig. 4.

Confrontando i denti inferiori del *Felis pardus* attuale (fornitomi dal Museo di Anatomia comparata dell' Università bolognese) con quelli della fiera esumata a Monte Cucco, si notano differenze sensibili tanto nelle dimensioni quanto nella forma. Più diverso di tutti è il *pm.* 3, che nella Pantera attuale è pronunziatamente rigonfiato nella sua metà posteriore, mentre nel fossile presenta, tanto anteriormente quanto posteriormente, larghezza identica o quasi.

Ciò risulta, oltre che dalle figure, anche dalle cifre riportate qui appresso. Ma non certo è carattere da prendere in soverchia considerazione. Chi esamina materiale sufficientemente copioso, trova che in *Felis pardus* il *pm* 3. offre così anteriormente come posteriormente diametro pochissimo diverso. Anzi Del Campana cita per il *F. pardus* var. *Panthera* il caso di un *pm* 3 in cui il diametro anteriore supera il diam. posteriore di quasi mm. 1,9.

	Felis di M. Cucco		Pantera del Mus. di Anat. comp. di Bologna
	Destro	Sinistro	
Premolare 3° (infer). - Lunghezza mm.	11,7	11,6	15,5
Diametro trasverso, anteriormente.	5,5	6	6,5
Diametro trasverso, posteriormente.	6,8	6	9,3
Premolare 4° - Lunghezza	16,7	16,7	19,6
Diametro trasverso, anteriormente.	7	7,5	8,6
Diametro trasverso, posteriormente.	8	8,4	10,5
Molare I° - Lunghezza	19,1	19,4	21
Diametro trasverso massimo	8,2	8	10,6

Rupicapra rupicapra Lin.

1758. *Capra rupicapra* Linnaeus, Syst. Nat., I. ed. X. p. 68.
1910. *Rupicapra rupicapra* Trouessart, Faune mamm. d' Europe, p. 235.

Nell' ossario di Monte Cucco il camoscio è rappresentato unicamente da un metatarso; da un osso solo, ma che fortunatamente è in questa occasione, tra i più significativi.

È un metatarso sinistro, lungo mm. 161, largo trasversalmente mm. 22 all' estremità prossimale, mm. 29 all' estremità distale, con un diametro trasverso di mm. 4,5 a metà circa della diafisi. Facilmente si distingue da quelli degli *Ovis*, per la molto minore larghezza dell' estremità prossimale in confronto al diametro che ha l' osso nella parte più sottile della diafisi; altrettanto facilmente si distigue da quelli dei Cervidi per le doccie longitudinali anteriore e posteriore molto meno profonde, e per la presenza di un forte rilievo quasi nel mezzo del margine posteriore della faccia articolare superiore.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA

Fig.	1 e 2	*Felis pardus* L.	Mascellare e giugale destro ($^3/_4$).
»	3	» »	Mandibola (c. s.).
»	4	» »	Ramo mandibolare sinistro (c. s.).
»	5, 6 e 7	*Ursus spelaeus* Blumb.	Cranio ($^1/_3$).
»	8 e 9	» »	Ramo mandibolare destro (c. s.).
»	10	» »	Cubito (c. s.).
»	11	» »	Omero (c. s.).
»	12	» »	Tibia (c. s.).
»	13 e 14	*Ursus priscus* Gdf. et Cuv.	Crani (c. s.).
»	15	» »	Denti superiori ($^3/_4$).
»	16 e 17	» »	Ramo mandibolare destro ($^1/_3$).
»	18	» »	Cubito (c. s.).
»	19	» »	Femore (c s.).
»	20	» »	Tibia (c. s.).
»	21	*Rupicapra rupicapra* Lin.	Metatarso (c. s).

1

5

6

2

3

4

16

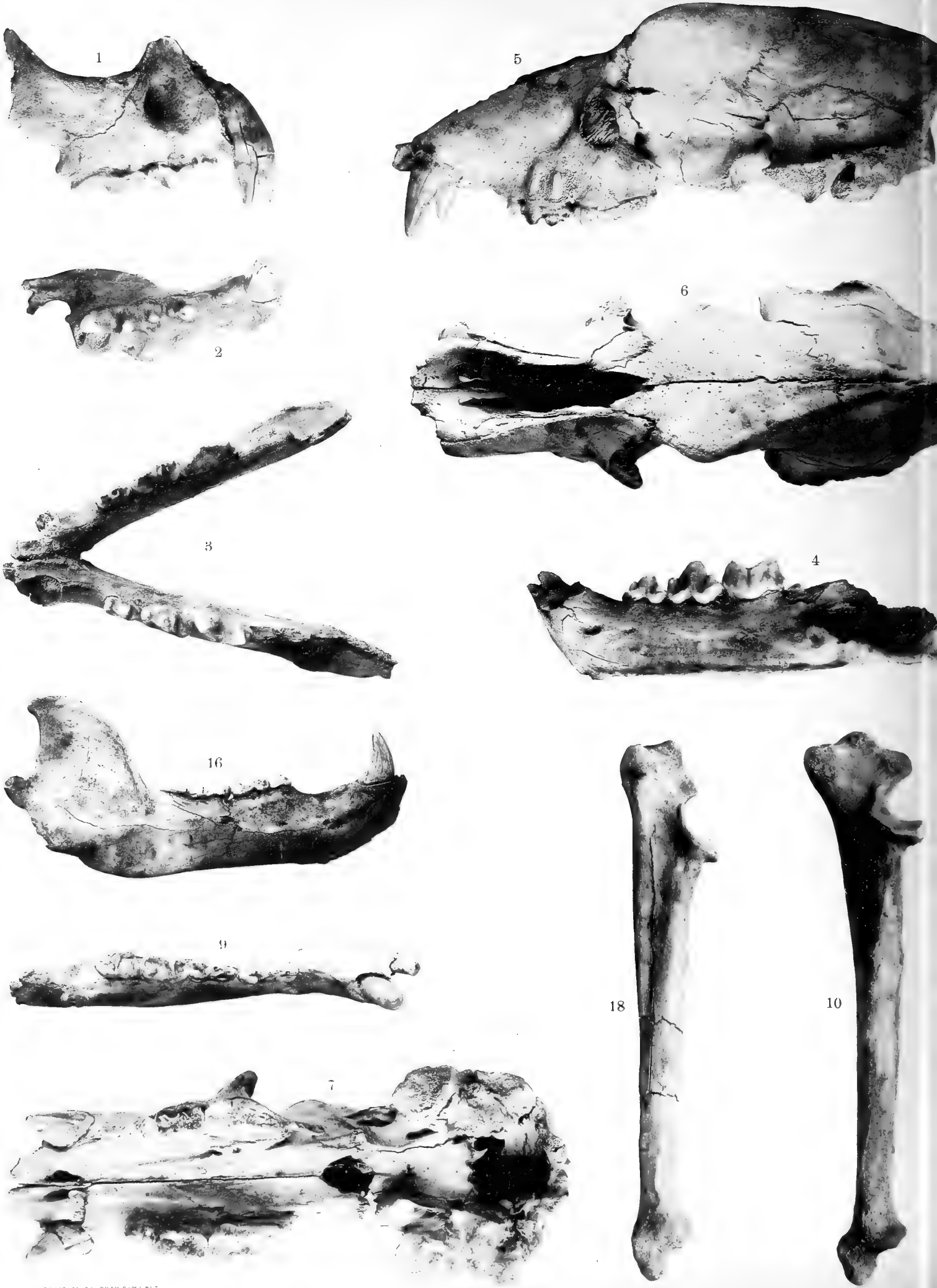
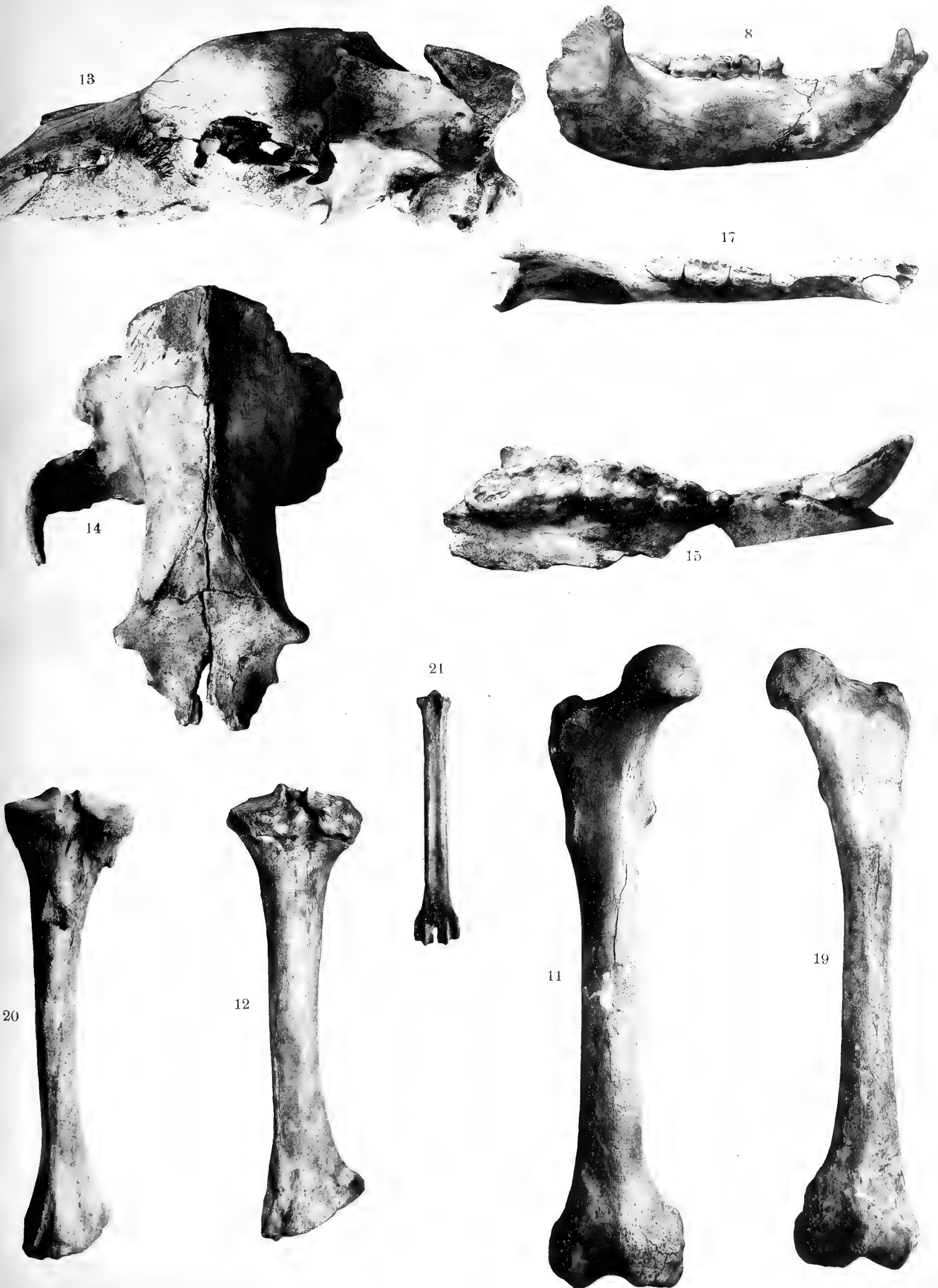
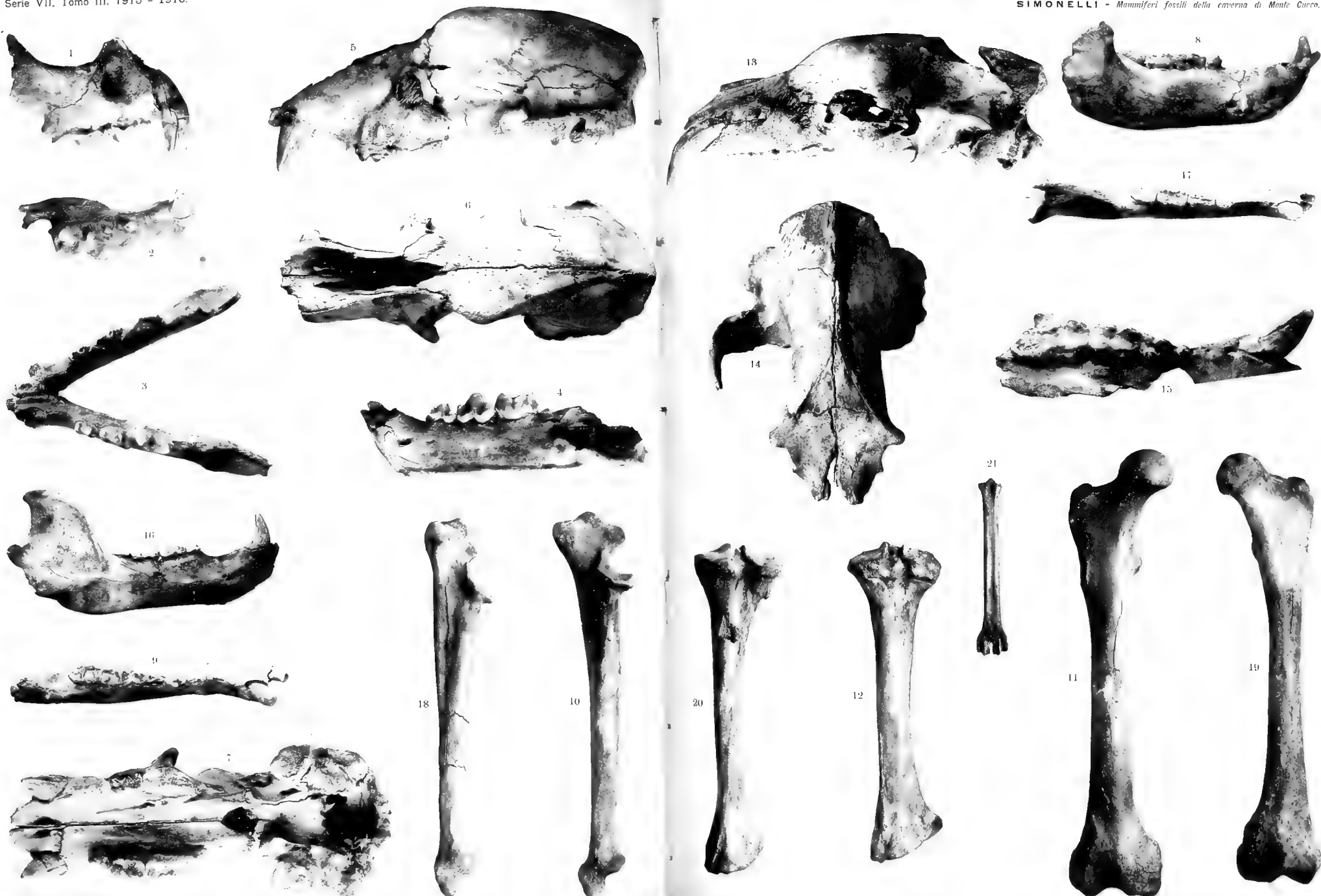
18

10

9

7

13
8
17
14
15
21
20
12
11
19
ALZANI FOT.

1
5
13
8
2
6
17
3
14
15
4
21
16
18
10
20
12
11
19
9
7
ALZANI FOT.

ELIMINAZIONE DELL'ACIDO URICO
e ricambio inorganico nella cura antirabica di un uricemico

NOTA PRELIMINARE

DEL

Prof. IVO NOVI

ACCADEMICO BENEDETTINO

DIRETTORE DELL'ISTITUTO DI MATERIA MEDICA NELLA R. UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

(letta nella Sessione del 21 Maggio 1915)

Da qualche anno ho studiato e fatto studiare da allievi del mio Istituto alcune modificazioni del ricambio materiale che si osservano durante la cura antirabica eseguita col metodo di vaccinazione del Pasteur.

Io stesso, ricordo di aver notato individui, che nella cura antirabica presentavano fenomeni di euforia, aumento dell'appetito, miglioramento della nutrizione, fatti che possono essere messi in rapporto con una sollecitazione del ricambio insieme a migliorate condizioni dell'assorbimento.

Ordinariamente però durante la cura antirabica non si nota nulla di particolare e solamente possono osservarsi disturbi inerenti a fatti locali di infiltrazione, che facilmente si manifestano nelle persone obbligate a stare in piedi o a percorrere a piedi o in bicicletta lungo tratto di cammino.

Si sono anche riscontrati fenomeni di depressione generale attribuibili senz'altro alla fosfaturia e alla iperazoturia, che furono rilevate già da me e dai miei allievi. Le quali perdite, quando non si accompagnino ad entrate fisiologiche alimentari maggiori, devono certamente deprimere l'organismo, perchè rappresentano un maggior consumo dei materiali più nobili, albumine e nucleine e nucleoproteidi in generale.

Con questi fenomeni depressivi possono spiegarsi anche azioni terapeutiche favorevoli, che ho potuto notare io stesso in individui epilettici o soggetti a forme nervose equivalenti. Osservo tuttavia che avendo tentato in individui epilettici non morsicati e quindi non altrimenti bisognosi di vaccinazioni antirabiche, se la cura del Pasteur avesse potuto portare beneficio come presidio terapeutico, non ebbi ulteriori risultati degni di nota.

Per usufruire però la cura antirabica per altro scopo terapeutico oltre che come preventivo dell'infezione rabbica, bisognava prima ricercare le origini della iperazoturia e della fosfaturia, dato che sopra questi fenomeni si fosse voluto costruire un edificio terapeutico, in quanto ad essi si potessero attribuire modificazioni del ricambio sia generale sia degli uni o degli altri organi o tessuti.

Per ora è solamente un saggio preliminare quello che io ho voluto eseguire. I miei studi precedenti e quelli di alcuni miei allievi sopra l'influenza esercitata dalla fitina sul ricambio, influenza che vale a diminuire notevolmente l'eliminazione dell'azoto e del fosforo ed a correggere quindi l'effetto prodotto dalla cura antirabica, meritavano di essere ampliati nel senso di ricercare come fosse modificata l'eliminazione dei singoli prodotti azotati o fosforati durante la cura antirabica e sotto l'azione della fitina limitatrice del ricambio materiale.

Nel fatto io dimostrai già che la fitina diminuisce e toglie la fosfaturia della cura antirabica. Le esperienze dei miei allievi V. Santonoceto e G. Gregorio hanno messo in vista che la fitina in individui normali diminuisce tanto l'eliminazione del fosforo totale come quella dell'azoto totale, e finalmente le esperienze di altri miei allievi Massella e Venturi hanno provato che la diminuzione che si osserva nella eliminazione dell'azoto totale, sotto l'azione della fitina si compie a carico dell'azoto ureico e di quello estrattivo e non già di quello urico e di quello ammoniacale e ciò pure in persona sana. Era quindi opportuno l'indagare se in individuo uricemico il comportamento dell'acido urico quanto alla sua eliminazione fosse il medesimo durante la cura antirabica o si modificasse e come potesse anche modificarsi ulteriormente sotto l'azione della fitina.

Per ora le mie ricerche si sono limitate ad un saggio preliminare atto a dimostrare quali modificazioni si notassero nella eliminazione dell'acido urico e dell'azoto totale durante la cura antirabica di un uricemico e se si osservassero particolari modificazioni del ricambio inorganico, il quale finora è stato troppo trascurato in generale nello studio della gotta.

Non è così facile il determinare quale e quanta importanza abbia l'eliminazione totale dell'azoto e anche quella speciale dell'acido urico nella uricemia, sebbene sembri intuitivo che una malattia la quale essenzialmente consta di una abbondanza dell'organismo in acido urico debba essere fortemente modificata da una più grande eliminazione di questa sostanza.

Tuttavia è evidente che se l'osservazione del Garrod, dell'abbondanza di acido urico nel sangue dei gottosi, è ancora da tutti ammessa, non è il medesimo degli altri punti che riguardano la patologia della gotta, cioè come si produca e si mantenga la copia di acido urico nel sangue, se si tratti di maggior produzione o di minore eliminazione, se i tessuti presentino speciali condizioni che favoriscano il deposito dell'acido urico nella loro compagine, se gli organi emuntori male si prestino all'allontanamento dall'organismo, se la maggiore produzione eventuale sia dovuta ad alterazione funzionale di taluni organi produttori o distruttori di acido urico, o si debba invece ad una modificazione generale del ricambio; tutti problemi di importanza fondamentale e di difficoltà notevolissima per la loro risoluzione.

La patogenesi della gotta è tutt'altro che semplice e ben dimostrata.

Se risaliamo all'origine fisiologica dell'acido urico notiamo che se la sintesi dell'acido urico è provata, essa non ha che un'importanza secondaria, mentre la produzione dell'acido urico dalla scissione delle nucleine è un fenomeno che si impone, che ha molti fatti che ne dimostrano la verisimiglianza e che è particolarmente suffragato dall'abbondanza del-

l'acido urico nei casi di abbondante leucolisi secondo quanto è stato ben messo in vista dall' Horbaczewski 1).

Secondo le osservazioni di questo autore, dai nuclei di leucociti in via di disfacimento e dalla polpa della milza in incipiente putrefazione si può ottenere acido urico e quindi questa sostanza potrebbe prodursi ogni qualvolta si abbia leucolisi. Secondo l' Horbaczewski la nucleina invece introdotta nell' organismo con l' alimentazione, come quella formatasi nelle cellule non rappresenterebbe affatto la sostanza madre dell' acido urico.

La produzione dell' acido urico dalla distruzione dei leucociti e quindi di nuclei cellulari e l' aumento di acido urico nelle urine durante la crisi delle pneumoniti, nella leucemia, in seguito all' applicazione di raggi Röntgen, sono fatti comunemente ammessi e citati dai trattatisti, da che il rapporto chimico fra basi nucleiniche ed acido urico fu dimostrato e dal Kossel ed allievi fu provato il rapporto genetico fra nucleina ed acido urico.

Tuttavia Zagari e Pace 2) negano il parallelismo fra leucocitosi ed aumento di acido urico e non credono neppure alla trasformazione ulteriore dell' acido urico in urea. Essi ricordano infatti le esperienze del Sivén, le quali dimostrarono un aumento di acido urico per pura alimentazione con albume d' ovo e nessuna influenza della leucocitosi e della introduzione di nucleina.

In esperienze eseguite col D'Amato lo Zagari 3) ha confermato che la scomposizione delle nucleine aumenta la eliminazione dell' acido urico ed ha messo in vista particolarmente che l' ossigeno e l' attività muscolare non hanno influenza sulla scomposizione dell' albumina, bensì su quella delle nucleine. L' ossigeno ritarderebbe la scomposizione nucleinica e l' attività muscolare l' accelerebbe.

D' altra parte secondo molte osservazioni di Kossel, Tichoniroff, Burian e Schnur l' acido urico può provenire anche da altri corpi azotati oltre che dalle nucleine e si nota che negli uccelli in cui l' eliminazione dell' azoto è rappresentata quasi unicamente dall' acido urico, l' alimentazione risulta di poche basi nucleiniche.

A questo proposito bisogna distinguere bene, perchè se ciò è ammissibile per gli uccelli da cortile, alimentati con farina di frumentone o altri prodotti residui della alimentazione umana e contenenti massimamente idrocarburi, non può dirsi altrettanto per gli uccelli che vivono allo stato di libertà o che in generale si cibano di grani e sementi. In questi certamente l' introduzione di nucleine è abbondante.

Il brodo e l' estratto di carne oltre all' acido urico e all' allossurico fanno crescere tutti gli elementi azotati secondo le osservazioni di Zagari e Pace, sicchè non si potrebbe ammettere l' esclusivismo della formazione di acido urico dalle nucleine o dalle basi puriniche, che ne possono derivare, per quanto sia accertato che i prodotti alimentari sopraindicati nei quali indubbiamente vi è abbondanza di basi puriniche, si prestano molto alla formazione di acido urico ed all' aumento della sua eliminazione.

Le esperienze di Strauss, Smith-Jerome, Sivén 4) dimostrano questo fenomeno « ad abundantiam » e quelle del Sivén anzi provarono un aumento di acido urico anche mediante alimentazione con sole basi puriniche, con ipoxantina, con adenina, ma non con guanina.

Questa esclusione non è oggi più accettata dalla grande maggioranza, che non ammette più il concetto del Minkowski della formazione di acido urico dalla sola ipoxantina, ma da tutte le basi puriniche.

Con tutto ciò deve notarsi che la introduzione di basi puriniche nei gottosi non diede ristagno, ma maggior eliminazione di acido urico, il che è importante per la patogenesi della gotta, per il meccanesimo cioè con cui si producono i sintomi di questa malattia.

Il Bonanni 5) ha osservato che una dieta povera di azoto e ricca di idrati di carbonio fa diminuire l'acido urico delle urine da gr. 0,265 a 0,218 per giorno.

Vi sono oscillazioni giornaliere, ma con una dieta puramente vegetale non si può mai far sparire del tutto l'acido urico dalle orine, il che del resto non deve meravigliare.

Secondo le osservazioni di Hirschstein 6) la somministrazione di basi puriniche nei sani darebbe luogo a maggior eliminazione di glicocolla per le orine, glicocolla che tuttavia si trova aumentata anche nelle orine dei gottosi secondo Ignatowski 7) ed in rapporto col fatto che l'acido urico può scindersi e produrre glicocolla.

La produzione dell'acido urico nell'organismo degli uccelli dalle basi puriniche è stata dimostrata direttamente dal Valenti 8) e confermata dal Camurri 9).

Il Valenti ha dimostrato che negli uccelli l'iniezione ipodermica di xantina trimetilata dà luogo a maggior eliminazione di acido urico, il che deporrebbe per un'ossidazione della xantina in acido urico oppure che la caffeina così introdotta aumenta tale eliminazione. Il fegato di bue finamente soppestato può trasformare la xantina in acido urico, il rene non opera tale trasformazione, ma dà lieve aumento dell'azoto allossurico. I muscoli diminuiscono le basi allossuriche e non aumentano la produzione dell'acido urico. In questo stesso lavoro sull'azione dei tessuti il Valenti 10) porta ancora altre esperienze dalle quali risulta che nell'uomo l'introduzione di caffeina e teobromina producono un aumento dell'azoto allossurico.

Il fegato che ha dunque l'attitudine di formare acido urico dalle xantine può rifarlo dai prodotti di scomposizione dell'acido stesso.

Infatti le esperienze di M. Ascoli e di Izar 11) hanno dimostrato che mentre la poltiglia di fegato non riesce a formare acido urico dalle mescolanze di urea e allantoina, urea e allossana, urea ed acido parabanico, urea e glicocolla, essa raggiunge l'effetto in contatto della miscela di urea ed acido dialurico. Naturalmente ciò non si ottiene se la poltiglia di fegato sia stata sterilizzata a 100°.

La ricostruzione dell'acido urico per opera del fegato è stata studiata dall'Izar 12) anche nei particolari, che riguardano la reazione del sangue.

Infatti l'Izar nelle sue osservazioni con Bezzola e Preti aveva veduto che la circolazione artificiale attraverso al fegato di cane, fatta con sangue arterioso contenente acido urico, dava luogo ad una distruzione più o meno notevole di questo.

Ma poi se il sangue era saturato di acido carbonico si aveva di nuovo formazione dell'acido urico distrutto.

In altro lavoro dello stesso Izar 13) è dimostrato che la ricostruzione dell'acido urico scomposto può aversi direttamente in seno ad una poltiglia di fegato trattata con sangue

addizionato di anidride carbonica o di alcali, purchè le quantità dell'uno o dell'altro sieno piccole. Che se le dosi sono più notevoli, tale ricostruzione è difficoltata o impedita specialmente dall'aggiunta degli alcali.

A questo proposito era già stato notato dal Garrod che sulla formazione o anche sul semplice fatto del deposito nei tessuti ha grande influenza il fenomeno della alcalinità. Ma veramente già l'osservazione fondamentale del Garrod sulla presenza di acido urico nel sangue non sarebbe troppo favorevole a questo concetto, perchè la diminuzione dell'alcalinità nel sangue è ben lontana dall'essere dimostrata.

D'altra parte secondo Klemperer il siero di sangue dei gottosi è capace di sciogliere grandi quantità di acido urico, sebbene Loewy e Strauss abbiano veduto che in questi malati l'alcalinità del sangue è diminuita. Nè può infirmare questo dato l'osservazione del Magnus Lewy di sedici gottosi, nei quali durante gli accessi non si notarono differenze degne di nota per l'alcalinità del sangue.

Nei liquidi dell'organismo, nei quali si ha fisiologicamente una reazione acida come nell'orina, si è ammesso dal Ritter 14) che la solubilità dell'acido urico dipenda dal rapporto fra fosfati monobasici acidi e bibasici alcalini. Se sono presenti molti monobasici, acidi, si avrebbe la precipitazione.

Con questa osservazione si spiegherebbe l'antica esperienza del Pfeiffer, la quale consiste nel collocare acido urico sopra un filtro e versarvi sopra orina. Se questa è normale, attraversando il filtro vi abbandona un po' di acido urico proprio, ma se appartiene ad individui gottosi ne abbandona di più. Da che il Pfeiffer argomentava che l'acido urico dei gottosi precipita con maggiore facilità.

Si presenta così la questione interessantissima del deposito di acido urico nei tessuti.

Già il Riehl aveva trovato cristalli di acido urico in tessuti normali ed His e Freudeweiller hanno potuto determinare sperimentalmente la formazione di tofi per iniezioni di acido urico e l'Ebstein seguendo gli antichi concetti aveva ammesso che il deposito si facesse più facilmente là dove il ricambio materiale è più lento, nelle cartilagini, nei legamenti, tendini, fascie muscolari, in seno alla sinovia.

Se ricordiamo quello che si è esposto a proposito della influenza esercitata dalla presenza di anidride carbonica, comprendiamo l'importanza del lento ricambio atto a favorire l'accumulo di questo gas.

Kionka nel 1900 vide che l'alimentazione carnea negli uccelli produce tipici tofi ed abbondanza di acido urico nel sangue e l'Ebstein notò deposito di acido urico nei reni e nel pericardio degli uccelli per avvelenamento con sali di acido cromico iniettati sotto cute, mentre ciò non si osservava nei mammiferi.

Naturalmente la possibilità del deposito deve variare a seconda della facilità di eliminazione per gli emuntori normali ed anormali.

D'altra parte per il Kionka 15) stesso la gotta non dipende che da una alterazione del ricambio globale dell'albumina dovuto ad alterazione della funzione epatica, nel senso che il fermento che forma urea nel fegato e forse in altri organi non sia sufficientemente attivo per questa produzione e lasci liberi dei materiali atti a dare acido urico.

Ciò tuttavia è contestato da Brugsch e Schittenhelm 16). Questi autori credono senz'altro che l'uricolisi sia turbata nel gottoso e che in questa malattia si abbia non maggior produzione, ma minore distruzione di acido urico; da ciò l'accumulo nel sangue. Non si spiega però, come non avvenga in tal caso una maggiore eliminazione del materiale stagnante nell'organismo.

Per i due autori ora citati la formazione di acido urico dai corpi nucleinici sarebbe più lenta del consueto e così la gotta proverrebbe da un'anomalia fermentativa di tutto il ricambio delle nucleine nel senso di un rallentamento.

È certo che l'antica concezione patogenetica del Garrod non richiedeva affatto le particolarità minute e gli studi sulla formazione di maggior copia di acido urico nella gotta, studi che si sono resi necessari con lo svolgersi degli argomenti relativi a questa malattia, ma il semplicismo del grande clinico inglese, che ammetteva niente altro che un accumulo di acido urico per diminuita eliminazione del rene, non potè accertarsi una volta che non potè dimostrarsi un accumulo vero nel sangue e nell'organismo nelle consuete forme morbose renali, tanto più essendosi notato che se anche in tali casi l'aumento nel sangue si produceva, non si avevano tuttavia i depositi che costituiscono l'essenza sintomatica della gotta.

Contro tale origine dell'accumulo di acido urico depongono anche le osservazioni o piuttosto le opinioni dello Pfeiffer 17) prima e del Minkowski poi, che cioè l'acido urico circoli in combinazioni tali nella gotta, da non prestarsi ad una eliminazione per il rene. Invece il concetto del Garrod potrebbe essere sostenuto dalle esperienze di Schittenhelm 18) e Wiener 19), le quali hanno dimostrato che i reni sono fra gli organi atti a distruggere acido urico.

Un altro appoggio alle viste del Garrod è dato dalle esperienze dell'Umber 20) il quale ha veduto che se si alimenta un individuo sano con cibi privi di purine e gli si inietta nelle vene acido urico in forma di urato di piperazina, questo ricompare nelle urine.

Per le ragioni del nostro studio è interessante anche il vedere come sieno notate e commentate le trasformazioni possibili dell'acido urico e la eliminazione di esso, per indurre qualche dato di fatto in seguito ad eventuali azioni della cura antirabica.

Abbiamo già notato che l'accumulo di acido urico nel sangue ammesso dal Garrod come proveniente da una mancata eliminazione, può aversi anche quando questa non sia impedita affatto, ma indipendentemente pure dalla eliminazione medesima normale che si effettua attraverso il rene può pure avvenire l'allontanamento dal sangue come effetto del ricambio dei tessuti. Il Salecker 21) saggiando in un infermo di gotta il contenuto del sangue arterioso in acido urico, trovò il 5 per mille e nel sangue venoso il 3, e poichè le prove di sangue erano state prese entrambe dal braccio si doveva ammettere che la scomposizione dell'acido urico, e la scomparsa del 2 per mille di esso fosse dovuta al ricambio materiale dei muscoli del braccio, del tessuto cioè più abbondante ed importante di questa parte del corpo.

Si è veduto più sopra che è ammessa una formazione di acido urico dalla glicocolla e che la sottrazione di questa può ritenersi adatta ad impedire l'accumulo di acido urico nell'organismo.

Ma è noto pure dalle osservazioni di Ignatowshi che nelle urine dei gottosi si trova glicocolla, in rapporto col fatto che l'acido urico può dar origine a questa sostanza, mentre l'Hirschstein avrebbe veduto comparire la glicocolla anche nell'orina dei sani in seguito a somministrazione abbondante di basi puriniche.

D'altra parte, come osserva lo Schittenhelm l'acido urico può trasformarsi in copia notevole in urea in vari animali e specialmente nell'uomo e di un'altra trasformazione di questa sostanza si ha la prova nella dimostrazione della presenza di allantoina nell'urina umana secondo Schittenhelm e Wiener, confermata da Satta e Gastaldi 22). Nell'individuo normale si produce tanto acido timinico quanto basta a combinarsi con tutto l'acido urico che proviene dalla scissione delle nucleine endogene ed esogene e secondo Schmoll 23) nella mancanza o deficienza di questo e di materiale simile si deve riconoscere l'origine dell'accumulo di acido urico.

Nel sangue secondo il Preti 24) si trova un fermento atto alla distruzione ed alla ricostruzione dell'acido urico.

Già Schittenhelm aveva dimostrato nel fegato del maiale la presenza di un fer-fermento uricolitico atto in fase ultima a trasformare questo prodotto in urea. Ma finora simile dimostrazione non si è data per il fegato dell'uomo.

G. Izar 25) ha messo in vista che il fegato di animali digiunanti non ha nè azione uricolitica, nè ricostruttiva, ma acquista entrambe queste due proprietà appena detti animali sieno nutriti o ancora quando in essi si inietti sangue di animali nutriti. Interessanti sono i fenomeni osservati da questo autore negli uccelli. In essi il fegato possiede azione uricolitica anche se privo di sangue. Due ore dopo l'alimentazione ed in assenza di ossigeno, quest'organo è atto a riprodurre acido urico per opera del fermento termolabile del sangue o di un cofermento termolabile del fegato solubile in alcool e che non esiste nel rene. L'aggiunta di acido lattico, paralattico, acrilico, ossalico in assenza di ossigeno non dà formazione di acido urico, ma questo invece si forma in copia in presenza di anidride carbonica da carbonato d'ammonio ed urea.

Secondo le esperienze di Satta e Gastaldi la mancanza o la deficienza funzionale del fegato, quale può aversi in malattie epatiche o in animali operati di fistola di Eck produce un aumento nella eliminazioue dell'acido urico.

Questi fatti comprovano ancora l'azione uricolitica del fegato e la necessità che si parli, come già propose il Rosin di una urolisi oltre che della glicolisi.

Quanto all'eliminazione dell'acido urico il Pfeiffer osservava nel 1896 il fenomeno molto suggestivo in riguardo alla concezione del Garrod, che tale eliminazione sia diminuita prima dell'accesso gottoso, che aumenti durante esso ed in seguito.

Dal Magnus Lewy nel 1899 si è aggiunto che l'aumento incominci al principiare degli accessi e così pure si è ritenuto dall'His nel 1900, con la differenza, secondo l'His, che finito l'accesso si avrebbe una diminuzione della eliminazione.

Lo Zagari non ha veduto regolarità in tali successioni di fenomeni, ma solamente qualche aumento di eliminazione durante l'accesso.

Effetti notevoli sulla eliminazione come opera di escrezione dall'organismo si sono notati nelle esperienze del Pollak 26), il quale ha dimostrato che l'alcool produce ritenzione o ritarda l'escrezione dell'acido urico per le urine, mentre un aumento della alcalinità di queste, tende a diminuire la solubilità degli urati.

D'altra parte von Loghem ha veduto negli animali che la somministrazione di acido cloridrico non produce nessun accumulo di urati negli organi.

Tutti curano la gotta proponendosi di allontanare acido urico dall'organismo e però rassegnandosi ad un provvedimento terapeutico eminentemente sintomatico. Ma fra il fenomeno cui effettivamente si mira e cioè l'eliminazione dell'acido urico e quello della reale diminuzione di questa sostanza nell'organismo ci corre molto. Il più antico medicamento e secondo alcuni ancora il più attivo, il colchico, che certamente camuffato da salicilato di colchicina o *colchisal* che dir si voglia, non può aver acquistato gran che, può dare secondo Mohr e Stähelin risultati meravigliosi, sebbene non si sappia ancora certamente come esso raggiunga lo scopo. Si ritiene che tenda a limitare la produzione dell'acido urico, ma veramente il vedere che per opera del colchico diminuiscono i disturbi locali in atto non pare dia argomento a simile interpretazione.

Il mezzo che più comunemente si trova in pratica è quello rappresentato dall'uso di sostanze atte a sciogliere l'acido urico dai suoi vari depositi in seno ai tessuti.

Il Voit 27) chiama inutili tutti i mezzi diretti a promuovere la dissoluzione degli urati o altri prodotti dell'acido urico depositati nei tessuti nel senso di introdurre un menstruo alcalino.

Afferma anzi il Voit, che una maggiore alcalinità diminuisce la solubilità degli urati, ma per fortuna le acque alcaline che si utilizzano a questo scopo non raggiungono certamente il meccanismo cui tendono, di modificare cioè l'alcalinità dei tessuti o quella del sangue. E d'altra parte von Loghem avrebbe veduto negli animali non prodursi verun accumulo di urati negli organi in seguito a somministrazione di acido cloridrico. Il Falkenstein 28) anzi ha proposto addirittura l'acido cloridrico come mezzo terapeutico nella gotta!

Più utili sembrano invece quei medicamenti che non si limitano a provocare una dissoluzione dei depositi di acido urico, ma li scompongono combinandosi con l'acido urico stesso. Così in parte la piperazina e suoi prodotti, ma più l'acido nucleinico e prodotti viciniori come l'acido timinico, l'acido fenilcinconinico (atofan) e prodotti simili quale la diapurina di Ciusa e Luzzatto. Essi hanno un ufficio molto più notevole e possono realmente svelenare l'organismo da questo materiale di rifiuto. Tutti questi medicamenti se hanno oggi dei detrattori, hanno anche ora ed ebbero sempre dei sostenitori valenti.

È interessante l'uso dell'acido timinico proposto già dal Minkowski 29), in quanto questa sostanza si forma, come più sopra si disse, nell'organismo e potrebbe anche essere fisiologicamente destinata alla dissoluzione dell'acido urico e dei suoi prodotti. È certo che questa sostanza che sotto il nome di solurol è molto diffusa in terapia fa eliminare gran copia di acido urico per le orine, ma è anche necessario il ricercare se e fino a quale dose essa possa essere sopportata dall'organismo senza produrre qualche altra azione oltre a quella terapeutica che gli si domanda.

È quindi un buon principio di studio quello del Cosentino 30) diretto a ricercare se la somministrazione di acido timinico negli animali modifichi i fenomeni di avvelenamento o in generale i disturbi prodotti da precedente o contemporanea introduzione di acido urico. Le rane, che furono scelte come animali di ricambio lento, dimostrarono che l'acido timinico peggiora le condizioni prodotte dall'acido urico, invece nei conigli si ebbe un reperto opposto. In questi cioè fu veduto che l'acido timinico rende più lieve l'avvelenamento da acido urico o ne fa sopportare dosi più elevate.

Varrebbe la pena di osservare questi fenomeni nei cani, in cui è possibile il prodursi di sintomi simili a quelli della gotta nell'uomo, specialmente operando su individui delle razze così dette Danesi, che vanno facilmente soggette a forme artritiche degli arti.

Insieme occorrerebbe vedere le condizioni dell'eliminazione rispettiva dell'acido urico. Quanto ai più recenti farmaci, all'atofan cioè e alla diapurina, non è forse tanto semplice l'interpretazione del rispettivo modo di agire. L'atofan, acido fenilchinolin tetra carbonico, per generale consenso di farmacologi e terapisti, dopo le prime osservazioni di Nicolaier e Dohrn 31) può dare un aumento dell'acido urico per le urine fino al quadruplo dell'ordinario. La massima eliminazione avviene nel primo giorno di somministrazione e poi essa diminuisce.

Lo stesso fatto si produce sebbene con effetto minore per la diapurina di Ciusa e Luzzatto 32), con la differenza che l'effetto potente dell'atofan ha potuto produrre coliche renali per la rapida eliminazione dell'acido urico, come io stesso ebbi a verificare in un amico mio che avevo già posto sull'avviso sulla possibilità della non piacevole complicazione.

La diapurina esercitando un'azione più lenta e più mite non fa incorrere in simili pericoli.

Il meccanismo col quale secondo Nicolaier e Dohrn si provoca una maggiore eliminazione di acido urico per le urine, consiste nella facoltà che l'atofan possiede di distruggere una maggior copia di nucleina. Parrebbe che il materiale distrutto fosse quello già destinato alla formazione di acido urico e che l'atofan affrettasse il fenomeno, in modo da scaricar l'organismo da questa sostanza molesta.

Lo stesso concetto è sostenuto dallo Starkenstein 33), il quale mostrando come successivamente all'uso dell'atofan si abbia una diminuzione di eliminazione dell'acido urico per le orine, crede di aver dimostrato con ciò la distruzione dei nucleo-proteidi progenitori dell'acido urico.

Invece il Weintraud 34) in seguito ad esperienze eseguite in individui di cui era determinato il bilancio organico ha potuto escludere che avvenga questa maggiore distruzione di nucleine ed ammette nell'atofan una azione elettiva sul rene, che acquisterebbe la proprietà di lasciar passare più facilmente l'acido urico. Nelle prove del Weintraud l'acido urico delle urine in seguito all'uso di atofan dapprima cresce e poi diminuisce, mentre diminuisce anche nel sangue e nei tessuti. In individui sani che non avevano depositi di acido urico ed erano mantenuti a dieta apurinica si ebbe pure maggiore eliminazione di acido urico da principio della somministrazione di atofan e poi non più.

Queste osservazioni veramente contrastano del tutto col concetto dello Starkenstein, il quale tuttavia avrebbe bisogno di determinazioni più precise che si riferissero alle nucleine più labili atte a dare acido urico nei casi di gotta. Con ciò non intendiamo di di abbandonare la interpretazione del Weintraud che oltre a tutto è sostenuta anche dalle esperienze di Bauch e Frank 35). Questi osservatori avrebbero veduto che l'acido urico introdotto nelle vene di un gottoso ricompare nelle urine nei giorni di somministrazione di atofan, ma invece per buona parte rimane nell'organismo, quando l'atofan non sia somministrato.

Il che ci porta naturalmente ad altra concezione della patogenesi della gotta che non sia una alterazione del ricambio, ci riconduce cioè all'antico pensiero del Garrod di una mancata eliminazione per deficienza renale.

L'esperienza di Bauch e Frank un po' avventata dal punto di vista umano, è molto conchiudente per il vecchio concetto anzidetto, ma poichè è pur noto che una maggior copia di acido urico si osserva di fatto nei gottosi, sia perchè pur essendo copiosa l'eliminazione o anche superiore alla norma si hanno depositi e ristagno nel sangue e nei tessuti, sia perchè anche in dieta apurinica il gottoso può continuar a produrre e ad eliminare acido urico, è lecito anche ammettere l'opportunità di tali farmaci che combattano la gotta dal punto di vista di diminuire la formazione di acido urico.

Il più caratteristico di questi farmaci è rappresentato dall'acido chinico, cui sono associati altri elementi, come l'urea nell'urol, il citrato di litio nell'urosina, la piperazina nel sidonal. L'acido chinico, come è noto, rallenta il ricambio azotato e parrebbe quindi a tutta prima controindicato nella gotta.

Ma nello stesso tempo si osserva che sotto l'uso di acido chinico diminuisce la formazione di acido urico, perchè esso si trasforma nell'organismo in acido benzoico, che con la glicocolla dà acido ippurico. È così sottratta la glicocolla all'organismo ed è limitata la conseguente formazione di acido urico per questa via.

Come possono influire sulla eliminazione o rispettivamente sulla produzione dell'acido urico condizioni che tendano a distruzione di nucleine, ad aumentare la eliminazione del fosforo e dell'azoto per le urine?

La cura antirabica che ha siffatte attitudini influisce sulla eliminazione e produzione di acido urico?

Per rispondere a queste questioni che interessano la patogenesi dell'uricemia e quindi la cura di essa, almeno quanto interessano i rapporti con gli effetti della cura antirabica, bisogna innanzi tutto dimostrare fino a che punto spetti alla cura o vaccinazione antirabica un'azione disintegrante di composti nucleinici, atta a liberare in ultima analisi dell'acido urico o a determinarne depositi nell'organismo e peggiorare quindi le condizioni di una diatesi uricemica.

Già fin dal 1899 io avevo fatto eseguire nel mio Istituto uno studio preliminare dal Dott. Bellucci 36) per notare se nelle condizioni fatte dalla cura del Pasteur si avesse una modificazione del ricambio azotato.

Le esperienze del Bellucci furono condotte sopra due individui giovani e sani che tuttavia non si mantennero a dieta costante e furono sottoposti alle vaccinazioni antirabiche unicamente a scopo sperimentale. Non si può tener conto in questi casi se non dei valori medi, perchè la dieta non fu rigorosamente costante, ma tuttavia anche i valori medi dimostrano ad esuberanza il fatto. Nei due individui in seguito a dette vaccinazioni si ebbe una maggiore eliminazione di azoto per le urine ed anche per le feci. Si noti che contemporaneamente in questi stessi individui si dimostrò una minore introduzione di azoto, il che rende più accentuato il fenomeno, ma fa pensare anche a disturbi accessori insorti durante la cura.

Per queste ragioni feci ripetere le prove da altri, ed uno studio eseguito l'anno successivo dal Dott. Dalmastri 37) confermò i risultati precedentemente ottenuti e aggiunse anche dati importanti riguardo al ricambio fosforato.

Le esperienze del Dalmastri eseguite sopra lo stesso osservatore, che si trovava in perfette condizioni di salute, risultano di 5 periodi di prove e cioè il primo per istabilire le condizioni normali di confronto, il secondo comprendente 12 giorni di vaccinazioni con le quali si introdussero sottocute le emulsioni dei midolli di coniglio dal N. 14 al N. 3 vale a dire dal 14 al 6, midolli non virulenti perchè provenienti da conigli morti per innesto di virus rabbico fisso, ma tenuti per un tempo da 14 a 6 giorni a 20°. Seguirono le vaccinazioni con materiale virulento cioè con midolli N. 5-4-3. Il terzo periodo comprendeva giornate di riposo per osservare eventuali effetti successivi. Nel quarto periodo si ripresero iniezioni di materiale virulento e nel quinto periodo infine si lasciò un riposo assoluto di 8 giorni per notare le condizioni di ritorno al normale.

I risultati medi di queste prove eseguite con grande esattezza sono riassunti nella tabella che segue:

	1° Periodo (normale)	2° Periodo (cura)	3° Periodo 3 giorni dopo	4° Periodo di ripresa	5° Periodo (riposo)
Introduzione di Azoto......	10, 6	10, 7	12, 2	11, 07	11, 03
Perdita per le feci.......	1, 385	1, 454	1, 376	1, 498	1, 559
Perdita per le orine......	9, 03	9, 84	11, —	10, 37	9, 26
Avanzo di Azoto.........	+ 0, 19	— 0, 58	— 0, 26	— 0, 80	+ 0, 21
Azoto delle orine % introdotto	85, 18	91, 96	90, 16	93, 67	83, 95
Azoto feci % introdotto....	1, 30	1, 35	1, 12	1, 34	1, 41

Le perdite di azoto per le feci non dimostrano modificazioni degne di nota e provano che le condizioni del tubo digerente si mantennero normali.

Quanto alle perdite per le orine esse si produssero nel primo periodo in ragione dell'85 % dell'azoto introdotto con l'alimentazione, anzi nell'ultimo periodo normale, di riposo,

si nota che le condizioni normali si ristabilirono al punto che la eliminazione di azoto per le orine diminuì anche al disotto del periodo normale di confronto e certamente per rimediare alle perdite prodottesi durante le vaccinazioni.

Notiamo che appunto per queste perdite si ebbe in questo individuo un aumento dell'appetito, che si estrinsecò con una maggiore introduzione di azoto. Le perdite totali medie furono di 0,58-0,26-0,80 nelle giornate di vaccinazione o in quelle immediatamente successive, mentre nei periodi normali si era avuto un avanzo di 0,19 e 0,21 di azoto sulla introduzione effettuata.

È dunque fuor di dubbio che la vaccinazione antirabica porta una maggiore scomposizione di sostanze proteiche. La ricerca contemporaneamente eseguita nei rapporti della anidride fosforica può dirci se la disintegrazione riguardasse nucleoproteidi. Nel fatto se consideriamo ancora la divisione dei cinque periodi sperimentali anzidetti possiamo formare la tabella che segue e che si riferisce solamente alla eliminazione dell'anidride fosforica per le urine.

1° Periodo avanti la cura	2° Periodo durante	3° Periodo successivo	4° Periodo ripresa	5° Periodo dopo
1, 69	1, 94	2, 15	2, 06	1, 93

L'aumento dell'eliminazione è ben visibile, ma esso si rende più evidente, se il 2° periodo venga scomposto in due parti, quella dei midolli non virulenti e quella dei virulenti. In questo modo si osserva che l'eliminazione sotto l'azione dei midolli non virulenti fu di 1,18 e per i virulenti 2,19 presso a poco come nei 3 giorni successivi alle vaccinazioni, cioè nel 3° periodo. Ammettere dunque in base a queste esperienze una maggiore scomposizione di nucleine mi sembra lecito e mi par possibile quindi intravedere la eventualità di una maggiore produzione di acido urico.

Era tuttavia ammissibile un dubbio, se cioè la fosfaturia o anche l'iperazoturia si dovessero direttamente alle emulsioni di midolli introdotti sottocute pur sapendosi che il midollo così iniettato per ogni inoculazione oscilla intorno a mezzo gramma di sostanza nervosa fresca.

Già cotesta osservazione che pochissimo era il materiale introdotto poteva allontanare il dubbio affacciato, molto più che nelle prove sopraindicate si era visto il massimo effetto tanto per l'azoto come per il fosforo sotto l'azione dei midolli virulenti, che pur contenevano la medesima quantità di sostanza nervosa.

Un altro mio allievo si assunse questa ricerca, il Dott. Majara 38) il quale eseguì le esperienze sopra sè stesso mantenendosi a dieta costante ed aumentando di peso dopo la fine di esse. Il Majara fu inoculato dapprima con midolli di coniglio sano e normale e poi con i soliti midolli rabbici di serie fino al N. 5.

I risultati sono esposti nella tabella seguente:

	Prima	Durante midolli normali	Dopo di essi
Avanzo di Azoto	2, 917	2, 591	2, 321
Eliminazione di P^2O^5 per le orine	3, 385	3, 195	3, 218
	Prima	**Durante midolli rabbici**	**Dopo di essi**
Avanzo di Azoto	3, 389	2, 571	2, 385
Eliminazione di P^2O^5 per le orine	3, 157	3, 804	5, 100

Nessuna variazione notevole si osserva nel caso dei midolli normali, le iniezioni quindi di sostanza nervosa normale nelle proporzioni tenui usate durante le vaccinazioni antirabiche non danno effetti di sorta per quanto si riferisce all'azoto ed al fosforo eliminati.

Invece nelle prove eseguite con midolli tolti a conigli morti per virus rabbico fisso, sebbene non si sia proceduto al di là del N. 5 e non cioè ai più virulenti, si ebbe una forte diminuzione dell'avanzo di azoto ed un fortissimo aumento nelle perdite di fosforo; l'uno e l'altro fatto continuatisi nel periodo successivo alle vaccinazioni.

Anche questo lavoro risolveva dunque categoricamente la questione posta.

Senza dubbio l'aumento dell'azoto parallelo a quello del fosforo nelle orine fa pensare ad una disintegrazione di nucleoproteidi, di composti cioè da cui suole originarsi anche l'acido urico.

Tutte le vaccinazioni in generale portano da più a meno ad una leucocitosi e relativa leucolisi. Questo fatto riguardo alla cura antirabica fu oggetto di studio in un lavoro uscito dal mio Istituto e pubblicato dal Dott. Paltracca 39) che lo verificò in varie persone sottoposte alla cura antirabica.

È possibile che la distruzione successiva delle forme globulari neoformate conduca alla fosfaturia ed iperazoturia notate e quindi si presenta tanto più probabile che dato tale fatto si debba avere una maggior produzione di acido urico ed anche di materiali inorganici che nei globuli stessi si contengono e deve essere eliminato dall'organismo.

In occasione per ciò di un caso occorsomi che mi costrinse a sottopormi di nuovo alle vaccinazioni antirabiche, studiai il ricambio mio limitatamente ad alcuni prodotti della eliminazione per la via urinaria, durante alcuni giorni della cura antirabica e durante un periodo successivo ad essa.

Le condizioni in cui mi trovavo in quel tempo cioè dal 10 al 24 Febbraio 1915 erano normali. Attendevo alle mie consuete occupazioni, cioè alle lezioni, al lavoro di laboratorio, al servizio antirabico, rimanendo in piedi la massima parte della giornata, percorrendo

circa 6 chilometri al giorno cioè 4 volte la distanza che separa la mia casa dall'Istituto, evitando strapazzi di ogni genere e possedendo come sempre buon appetito.

Non ebbi disturbi apprezzabili, emisi orine ordinariamente limpide non ostante la bassa temperatura esterna, in ogni caso ebbi cura di riscaldarle prima delle prove per ottenere la dissoluzione degli urati precipitatisi per la temperatura esterna.

Non mi sottoposi ad una dieta rigorosamente costante, ma mantenendomi al mio consueto regime, che è molto regolare, evitai modificazioni sia pur lievi alle mie diete abituali e trattandosi di confronti non occorreva determinismo diverso.

Il tipo di cura che mi applicai comprese un periodo dal 29 Gennaio al 17 Febbraio e fu eseguito rispettivamente con la serie di midolli sotto indicata.

29 Gennaio	— Midollo di	12	giorni		8 Febbraio	— Midollo di	3	giorni
30 id.	— »	10	»		9 id.	— »	6	»
31 id.	— »	8	»		10 id.	— »	5	»
1 Febbraio	— »	7	»		11 id.	— »	4	»
2 id.	— »	6	»		12 id.	— »	3	»
3 id.	— »	5	»		13 id.	— »	2	»
4 id.	— »	4	»		14 id.	— »	6	»
5 id.	— »	3	»		15 id.	— »	5	»
6 id.	— »	5	»		16 id.	— »	4	»
7 id.	— »	4	»		17 id.	— »	3	»

L'esame delle urine fu eseguito sul materiale raccolto giornalmente dalle 8 del mattino durante le 24 ore successive. La ricerca cominciò dal giorno 10 Febbraio e continuò ininterrottamente fino al termine della cura eccezion fatta dall'ultimo giorno cioè il 17 nel quale per errore il materiale andò perduto.

Si riprese poi il 18 fino al 24 cioè per altri 8 giorni successivi.

Nessun fenomeno degno di nota nè soggettivo nè oggettivo si presentò in questo periodo, l'emissione delle feci seguì regolarmente ad ogni 24 ore.

La determinazione dell'acido urico fu compiuta con l'antico metodo dell'Heintz e la correzione proposta dallo Zabelin secondo il riferimento del Neubauer 40) Se pure questo metodo non è esattissimo, esso però nella fattispecie soddisfa allo scopo perchè eseguito sempre in orine dello stesso individuo, alimentato in maniera uniforme, con sistema di vita costante ed in giornate vicine le une alle altre così da aversi ottimi raffronti, anche se i valori assoluti non sieno stati esattissimi.

Il Cloro venne determinato col processo noto del Volhardt da me 41) modificato.

L'acido solforico totale fu isolato come di consueto bollendo con cloruro di Bario previa acidificazione e bollitura con acido cloridrico.

L'azoto totale fu determinato col noto processo del Kijehldahl. Il calcio precipitato in forma di ossido, acidificando prima con acido cloridrico poi aggiungendo cautamente ammoniaca e infine acetato d'ammonio, fu raccolto su filtro tarato e dopo incinerimento in crogiolo di platino venne trasformato in carbonato con aggiunta di qualche goccia di soluzione acquosa di carbonato d'ammonio.

La quantità dell'orina raccolta nelle 24 ore era misurata in cilindro tarato e in essa determinato col densimento a 15° il peso specifico. I dati raccolti con questi metodi hanno servito alla formazione della tabella che segue e che comprende tutti i risultati degli esami eseguiti sulle orine nei due periodi sopra cennati.

Giornata	Orina in c.c.	Densità	Azoto totale	Acido urico	SO^4	Cl	Na Cl calcolato	Ca
10 Febbraio	**1215**	**1020**	**10,274**	**0,4823**	**2,700**	**6,458**	**10,660**	**0,1652**
11 id.	**1240**	**1018**	**10,624**	**0,4916**	**2,734**	**7,389**	**12,196**	**0,3199**
12 id.	**1500**	**1015**	**10,164**	**0,4726**	**2,379**	**7,748**	**12,789**	**0,1920**
13 id.	**1690**	**1015**	**11,924**	**0,5724**	**2,464**	**9,802**	**16,180**	**0,1448**
14 id.	**1175**	**1020**	**8,422**	**0,3937**	**2,619**	**7,041**	**11,622**	**0,2429**
15 id.	**1175**	**1023**	**11,778**	**0,3875**	**2,743**	**8,375**	**13,824**	**0,2084**
16 id.	**1470**	**1018**	**12,183**	**0,3182**	**2,410**	**7,691**	**12,695**	**0,2178**
Media	**1352**	**1018**	**10,767**	**0,4454**	**2,578**	**7,787**	**12,853**	**0,2130**
18 Febbraio	1710	1017	11,491	0,4753	2,117	8,703	14,366	0,1542
19 id.	955	1024	11,177	0,5488	2,295	5,376	8,874	0,1354
20 id.	1520	1020	16,428	0,1406	3,245	7,937	13,101	0,1966
21 id.	1255	1019	16,656	0,3343	2,597	7,669	12,659	0,1262
22 id.	845	1021	11,214	0,2046	2,209	5,365	8,856	0,1042
23 id.	910	1023	12,077	0,4337	2,370	6,135	10,127	0,0820
24 id.	1030	1025	14,016	0,6149	2,890	5,294	8,738	0,1777
Media	1175	1021	13,294	0,3931	2,532	6,639	10,960	0,1399

Le cifre in grassetto riguardano le giornate di vaccinazione antirabica.

Il primo risultato che emerge dall'esame della tabella come effetto delle vaccinazioni è l'aumento della quantità dell'orina, aumento che la densità corrispondente dimostra essere dovuto massimamente ad acqua, perchè alla maggiore quantità eliminata corrisponde una densità minore, ed alla quantità minore, durante il riposo, corrisponde una densità maggiore con un rapporto eguale. Calcolando infatti il residuo secco dell'orina dalla densità rispettiva si avrebbe una media eliminazione giornaliera di gr. 24,33 durante le vaccinazioni e di gr. 24,67 durante il riposo; un residuo dunque un po' maggiore nel riposo.

Se consideriamo questo fatto nelle esperienze sopra citate del Dalmastri troviamo che si ha un fenomeno opposto e cioè una maggior eliminazione di prodotti fissi durante la cura antirabica, una minore eliminazione durante il periodo normale. Si ha cioè nel periodo normale prima della cura gr. 23,95, in quello successivo alla cura stessa gr. 24,13 e invece durante le prime vaccinazioni gr. 23,90 e subito dopo gr. 25,89, durante le vaccinazioni virulente gr. 25,32.

Nelle esperienze del Majara si ebbe 25,49 prima delle vaccinazioni, 26,28 durante le vaccinazioni con midolli inattivi, 29,98 subito dopo di queste e 30,57 durante le vaccinazioni con midolli virulenti. Nel periodo di riposo successivo si tornò a 28,78.

Perchè dunque nel mio caso si è verificato l'inverso che in quello dei miei giovani allievi? Le prove eseguite sopra di me in periodi precedenti non mi permettono nessun confronto da questo punto di vista, perchè non fu preso in quelle mie altre esperienze il peso specifico dell'orina. Se ora consideriamo le condizioni che possono aver influito sul peso specifico dell'orina, dobbiamo notare che il primo nesso causale deve essere dato dall'azoto.

La tabella ci dimostra infatti che in me le vaccinazioni antirabiche non produssero affatto iperazoturia, sebbene le prove fatte riguardassero gli ultimi 7 giorni, con midolli della massima virulenza, fino anzi al N. 2 che nelle cure eseguite sui miei allievi non venne mai adoperato.

La cifra media riferita dalla tabella ammonta a gr. **10,76** durante il periodo vaccinale e gr. 13,294 nel periodo di riposo successivo.

Un risultato analogo al mio troviamo nelle prime ricerche eseguite dal Bellucci e ricordate più sopra. I due individui sani e giovani che furono oggetto di quelle ricerche si trovavano entrambi in risparmio di azoto. Ebbene, nell'uno il risparmio giornaliero che era di 3 gr. prima della cura scese a gr. 2,25 durante questa, nell'altro era di gr. 3,51, scese a soli gr. 3,28 durante la cura e successivamente discese a gr. 2,45, dimostrando adunque una maggiore perdita dopo la cura che non durante la medesima.

Questo secondo caso parrebbe dunque assomigliare al mio, ma è solamente un'apparenza insuperficiale. Se guardiamo infatti alla tabella, osserviamo che nei sette giorni successivi alle vaccinazioni non si son notate affatto cifre scalari che tendessero a dimostrare un rialzo come effetto postumo della cura e un successivo ritorno graduale alla norma. Le eliminazioni giornaliere dell'azoto totale furono sempre elevate in tutte le sette giornate con un rialzo anzi nell'ultima, dimodochè bisogna proprio conchiudere che la mia reazione individuale fu diversa da quella dei miei allievi. Può porsi questo caso in conto della diatesi uricemica, affermata da pregresse artropatie, da disturbi gastroenterici, da tara ereditaria? Certamente occorreva un periodo di ricerca precedente alla cura o lontano assai da questa per dirimere la questione, che qui può ricevere solamente un principio di soluzione.

Se poniamo mente alle determinazioni dell'acido urico, notiamo un risultato, che giustifica il concetto di una leucolisi durante la cura, ma non è certamente parallelo a quello che riguarda l'eliminazione dell'azoto totale.

L'acido urico emesso durante le vaccinazioni antirabiche raggiunse una media di gr. *0,4454* per giorno, mentre nel periodo di riposo successivo discese a gr. *0,3931* e se prendiamo quest'ultima cifra come rappresentante dello stato normale avremmo una maggior eliminazione del *13,30* %. Anche per questo caso un esame della eliminazione di acido urico in un periodo precedente alle vaccinazioni sarebbe stato utilissimo per conchiudere con maggior fondatezza, se durante la cura antirabica si elimini maggior copia di acido

urico proveniente da depositi preesistenti, o da scomposizione di prodotti intermediarî, o anche da aumento del fermento uricolitico dello Schittenhelm.

Mi sembra lecito l'ammettere che i risultati ottenuti nei sette giorni successivi alla cura rappresentino le condizioni normali e non un effetto tardivo delle vaccinazioni, perchè le cifre ottenute sono saltuarie, non decrescenti, anzi con un aumento massimo nell'ultimo giorno di osservazione, il più lontano dalle vaccinazioni antirabiche.

Che se potesse confermarsi in altri uricemici specialmente più gravi e più netti di quelli che non sia il mio caso, che la cura antirabica pure diminuendo le perdite di azoto produce una maggiore eliminazione di acido urico, ne verrebbe una indicazione terapeutica di una certa importanza.

Le determinazioni analitiche eseguite su qualche elemento del ricambio materiale inorganico tendono anch'esse a confermare che non vi sia stata durante il periodo della cura una maggior distruzione di proteidi dacchè non si ebbe maggior perdita di acido solforico totale.

Infatti l'eliminazione media di acido solforico durante la cura fu di gr. 2,578 e dopo di essa gr. 2,532, una differenza di appena 4 centigr. corrispondenti a centigr. 1,3 di solfo, che calcolando il contenuto medio delle albumine in 1,35 % rappresenterebbero gr. 1 di albumina, dato e non concesso che questo solfo provenisse tutto da distruzione di sostanze proteiche.

D'altra parte il fatto che non potè riscontrarsi durante la cura una maggiore perdita di azoto, che dovrebbe di necessità notarsi per una maggior distruzione di proteine, ci permette di arguire che l'aumento dell'acido solforico tenga piuttosto ad una variazione del ricambio minerale. Infatti il cloro che si ritiene generalmente connesso col ricambio minerale, aumentò notevolmente nel periodo vaccinale, poichè mentre nelle condizioni di riposo la eliminazione giornaliera di cloro era in media di gr. 6,639, durante il periodo della cura fu di gr. 7,78, cifre che si possono rendere anche più accentuate se cotesto cloro si consideri legato alla soda. In forma di cloruro sodico la eliminazione normale delle 24 ore sarebbe stata di gr. *10,96* e quella invece della cura antirabica sarebbe ammontata a gr. *12,85*. Evidentemente un aumento del cloro avrebbe anche potuto accompagnare un aumento del ricambio organico, ma dacchè questo non potè dimostrarsi nelle nostre esperienze, occorre attribuirlo alla variazione del ricambio minerale il che meglio si sarebbe provato con dirette determinazioni della soda o della potassa o dell'azoto ammoniacale, determinazioni che non furono eseguite.

Quanto al calcio osserviamo che la media di eliminazione nelle giornate normali fu di gr. 0,139 e quella del periodo di cura raggiunse i gr. 0,213, con un aumento di 0,074 cioè del 53,9 %, mentre il cloro era cresciuto del 17,2 %.

Si sa che il calcio si associa di consueto alla eliminazione dell'acido fosforico e noi sappiamo dalle nostre esperienze che l'aumento dell'anidride fosforica non è mancato mai in tutti i casi di cura antirabica fin qui studiati compresi naturalmente quelli in cui io stesso fui oggetto di esperimento.

Nel caso attuale la maggiore eliminazione di calce può tenere tanto alla maggiore perdita di acido fosforico, di origine organica, come ad un acceleramento del ricambio minerale. Per risolvere la questione bisognerebbe che fosse studiato nei suoi vari componenti il ricambio azotato per poter attribuire il fosforo eliminato o a nucleoproteidi che distruggendosi aumentassero l'eliminazione dell'acido urico, o invece a materiali fosforati di minore importanza fisiologica.

Le lacune che io ho messo in vista particolarmente saranno colmate quanto prima, non mancano certamente i soggetti di esperimento ed è interessante il profittarne per uno studio così proficuo.

Intanto quale che sia l'importanza di questo mio studio preliminare rimane dimostrato che le vaccinazioni antirabiche pure essendo atte a cagionare una leucolisi non diedero in un uricemico l'attesa scomposizione di sostanze proteiche, non produssero iperazoturia, ma aumentarono l'emissione dell'acido urico insieme al calcio e al cloro.

Opportuna ancora si presenta la ricerca dell'acido urico in queste condizioni in individui giovani e sani per venirne a conchiusioni terapeutiche e ad applicazioni pratiche.

BIBLIOGRAFIA

1) I. Horbaczewki — *Beiträge zur Kenntnissen der Bildung des Harnsaüre und der Xanthinbasen, sowie der Entstehung der Leucocyten im Saügethierorganismus.* — Monatshefte für Chemie 1891, XII, pag. 221.

Lo stesso — *Untersuchungen über Entstehung von Harnsaüre im Saügethierorganismus.* — Monatshefte für Chemie 1889, X, pag. 624.

2) E. Zagari e Dom. Pace — *La Genesi dell' acido urico e la gotta.* — Archivio per le scienze mediche 1898, Vol. XXII, pag. 130-140.

3) E. Zagari e D'Amato — *Influenza delle inalazioni d' ossigeno e del moto sulla eliminazione dell' acido urico e corpi affini.* — Napoli 1898.

4) V. O. Sivén — *Zur Kenntniss der Harnsaürebildung im menschlischen Organismus unter physiologischen Verhältnissen.* — Skandinavisches Archiv. für Phys. 1901, Vol. XI, pag. 123.

5) D. A. Bonanni — *L' eliminazione dell' acido urico durante la dieta prevalentemente amilacea.* — Bullet. della Reale Accad. med. di Roma 1900, Anno XXVI, fasc. 3°.

6) Hirschstein — *Die Beziehungen von Glykokoll zur Harnsaüre.* — Zeitschrift f. exp. Path. und Therapie 1907, Vol. IV, pag. 118.

7) Ignatowski — *Ueber das Vorkommen von Aminosauren im Harne vorzugweise bei der Gicht.* Zeitschrift f. phys. Chemie 1904, XLII, pag. 371.

8) A. Valenti — *Recherches sur la formation de l' acidc urique dans l' organisme animale. — Trasformation de la cafèine et de la xanthine en acide urique.* — Arch. italiennes de Biologie 1903, XXXIX, fasc. 2° e Bollettino della Soc. med. chir. di Pavia 1901, pag. 89.

9) L. Camurri — *Influenza della caffeina sulla eliminazione dell' acido urico nell' organismo animale.* — La Clinica medica italiana, Anno XLIII, N. 7-8-9.

10) A. Valenti — *Ricerehe sulla formazione dell' acido urico nell' organismo animale. Comportamento della caffeina e teobromina a contatto di organi e nell' organismo umano.* — 2ª Nota. Bullet. della Soc. med. chir. di Pavia. Seduta del 16 Lugiio 1909.

11) M. Ascoli und G. Izar — *Beiträge zur Kenntniss der Harnsaürebildung* III. Mittheilung. — *Harnsaürebildung in Leberextrakten nach Zusatz von Dialürsaure und Harnstoff.* — Zeitschrift f. Physiol. Chemie 1909, Vol. LXII, fasc. 4, pag. 347-353.

12) G. Izar — *Bciträge zur Kenntniss der Harnsaürebildung.* IV Mittheilung. — Zeitschrift für phys. Chem. 1909, Vol. LXII, pag. 229.

13) G. Izar — *Beiträge zur Kenntniss etc. etc.* V. Mittheilung. — Zeitschrift f. phys. Chem. 1910, Vol. LXIV, fasc. 1°, pag. 62-66.

14) Ritter citato da D.r Heinrich Bosin — *Ueber augenblicklichen Stand der Lehre von der Gicht.* — Therapeutische Monatshefte 1901, pag. 172.

15) Kionka — *Glykokoll und Harnstoff in ihren Beziehungen zur Harnsaüre.* — Arch. f. exp. Path. u. Therapie 1907, IV, pag. 118.

16) Brugsch und Schittenhelm — *Die Gicht, ihr Wesen und ihre Behandlung.* — Therapie der Gegenwart 1907, pag. 338.

Gli stessi — *Zur Stoffwechsel-pathologie der Gicht.* — Zeitschrift f. exp. Path. u. Therapie 1907, IV, pag. 480.

17) Pfeiffer — *Harnsaüre-ausscheidung und Harnsaüre-losung.* VII Kongress f. innere Medicin 1888, pag. 337.

Lo stesso — *Die Gicht und ihre Behandlung.* — 2ª Auflage Wiesbaden 1891.

18) Schittenhelm — *Ueber das urikolytische Ferment.* — Zeitschrift f. phys. Chemie 1905, XLV, pag. 161.

19) W i e n e r — *Ueber Harnsaüre-zerzetzung durch Organferment.* — Zentralbl. f. Physiologie 1905, XVIII, pag. 690.

20) U m b e r — *Zur Pathologie und Therapie der Gicht.* — Therapie der Gegenwart 1908, pag. 73.

21) P. S a l e c k e r — *Untersuchungen über den Harnsaüregehalt des arter. Blutes.* — Arch. für Klin. Medicin 1909, Vol. XCV, pag. 353.

22) S a t t a e G a s t a l d i — *Ricerche sul ricambio dell' allantoina nell' uomo.* — Arch. per le scienze mediche 1909, Vol. 33, fasc. 4.

23) S c h m o l l — *Sur la formation de l' acide urique dans la goutte et les causes de sa précipitation dans les tissus.* — Arch. gén. de Médécine 81° année 1905, II.

24) L. P r e t i — Zeitschrift für Phys. Chemie. Vol. LXII, pag. 229.

25) G. I z a r — *Beiträge zur Harnsaüre Zerstörung und Bildung.* — Zeitschrift für Phys. Chemie. Vol. LXXIII, pag. 317-334.

26) P o l l a k — *Die Harnsaüreausscheidung bei Gicht und Alkoholismus.* — Deutsches Arch. für Klin. medicin 1907, Vol. LXXXVIII, pag. 224.

27) F. V o i t — *La Gotta.* — La clinica contemporanea, v. L e y d e n e K l e m p e r e r. Trad. di G. H a n a u 1912, pag. 208, Soc. ed. libraria.

28) F a l k e n s t e i n — *Die Gicht.* — Berlin 1905.

L o s t e s s o — *Rückbild auf die fünfjährigen Beobachtungen bei der salzsaüre-therapie der Gicht.* — Berlin. klin. Wochenschrift 1907, pag. 1544.

29) O. M i n k o w s k y — *Die Gicht.* — 1903, pag. 189.

30) G. B. C o s e n t i n o — *Sulla tossicità dell' acido urico e dell' acido timinico nelle rane.* — Arch. Farmacol. e scienze affini 1915, Vol. XIX, pag. 193-202.

L o s t e s s o — *Dell' influenza dell' acido timinico sull' intossicazione da acido urico nei conigli.* — Ibidem 1915, Vol. XIX, pag. 154-167.

31) A. N i c o l a i e r und M. D o h r n — Deutsches Archiv für Klin. Medicin 1908, Ann. XCIII, p. 331.

32) C i u s a e L u z z a t t o — *Sull' influenza di alcuni derivati della chinolina e della naftochinolina sulla eliminazione dell' acido urico.* — Rendiconti della R. Accad. dei Lincei, Vol. XXII, Serie 5ª, fasc. 5°, 2 Marzo 1913.

33) E. S t a r k e n s t e i n — *Ueber die Beinflussung des Purinstoffwechsels durch Phenylcinchoninsaüre.* — Arch. für exp. Path. und Pharm. 1911, Vol. LXV, pag. 177-196.

34) N. W e i n t r a u d — *Weitere klinische Erfahrungen mit Atophan nebst Bemerkungen über Gicht und Harnsaüre Diathese.* — Therap. Monatsh. 1912, Vol. XXVI, pag. 21-29.

L o s t e s s o — *Die Behandlung der Gicht mit Phenylchinolinkarbonsaüre etc.* — Therapie der Gegenwart, März 1911.

35) B. B a u c h und E. F r a n k — *Ueber den Angriffs-punkt des Atophans bei seiner Einwirkung auf die Harnsaüre Ausscheidung.* — Berl. klin. Wochenschrift 1911, N. 32.

36) O. B e l l u c c i — *Le modificazioni del ricambio azotato nella cura antirabica.* — Gazzetta degli Ospitali 1900, N. 123.

37) A. D a l m a s t r i — *Il ricambio dell' azoto e del fosforo durante la cura antirabica.* — Bullettino Scienze mediche 1901, Serie VIII, Vol. I, Aprile.

38) L. M a j a r a — *Se la fosfaturia e l' azoturia nella cura antirabica dipendano dal virus o dalla sostanza nervosa iniettata.* — Bull. scienze mediche 1904, Novembre, Serie VIII, Vol. IV.

39) Dott. E r n e s t o P a l t r a c c a — *Variazioni della formula leucocitaria nella cura antirabica.* — Tesi di laurea 4 Luglio 1904.

40) C. N e u b a u e r — *Systematischer Gang der qualitativen und quantitativen Analyse des Harns.* — 1882, pag. 285.

41) I. N o v i — *Alterazioni della composizione della saliva per modificazioni della crasi del sangue.* — Arch. per le scienze mediche 1888, Vol. XII, N. 7

Sui canali pleuropericardiaci in embrioni di *Muletia* (*Tatusia, Dasypus*) *novemcincta*

NOTA

DEL

Prof. ERCOLE GIACOMINI

(letta nella Sessione del 21 Maggio 1916)

In due embrioni di armadillo, di *Muletia* (*Tatusia, Dasypus*) *novemcincta* (1), l'uno della lunghezza di mm. 12,4 e l'altro di mm. 12, il primo suddiviso in sezioni seriali trasversali, il secondo in sezioni seriali sagittali, ho osservato alcune particolarità sulla disposizione e sull'aspetto dei canali o dotti pleuropericardiaci (ductus pleuropericardiaci), di quei canali cioè che si formano nel complicato meccanismo di separazione della cavità pericardiaca dalla rimanente cavità del corpo e per mezzo dei quali, durante un certo tempo, la cavità pericardiaca comunica da ogni lato con la rispettiva cavità pleurica e, quando questa non è ancora chiusa caudalmente e separata dalla cavità peritoneale, comunica anche col resto della cavità viscerale.

Il nome di canali o condotti pleuropericardiaci (ductus pleuropericardiaci) si dà anche a tutto lo spazio celomatico situato dorsalmente alla cavità pericardiaca primitiva e che dapprima fa comunicare ampiamente questa cavità con la cavità peritoneale. Lo spazio dei dotti pleuropericardiaci primitivi, che il Brachet chiamò anche doccie pleuropericardiache primitive, è destinato a divenire da ogni lato cavità pleurica (cavità pleurica primitiva) nella sua porzione posteriore (caudale) mentre nella sua porzione anteriore (craniale) continua, come doccia pleuropericardiaca (Brachet) a far parte della parete dorsale della cavità pericardiaca, e i canali che, ad un periodo piuttosto inoltrato dello sviluppo embrionale, allorchè la separazione della cavità pericardiaca dalla cavità pleurica è già avanzata, permettono ancora la comunicazione tra l'una e l'altra di queste due cavità, sono un residuo dei primitivi dotti pleuropericardiaci e si formano nel punto di passaggio tra le due porzioni testè ricordate. Nella presente nota col nome di canali pleuropericardiaci indichiamo tali residui.

---

(1) Appartengono a quella stessa serie di embrioni di *Muletia* che servirono a Vernoni per il suo lavoro su « lo sviluppo del cervello in Muletia » (*Arch. Ital. di Anat. e di Embr. Vol. 12*) ed a me per lo studio su « l'organo di Jacobson od organo vomero-nasale, il nervo vomero-nasale, il nervo terminale etc. » (Queste *Memorie, Ser. VI, Tomo X*).

Nulla posso dire intorno al modo col quale questi canali si formano nell' armadillo, mancandomi tutti gli stadî precedenti a quello in cui li ho veduti e studiati, ma poichè se ne discostano un poco sia per la loro disposizione sia per il loro aspetto strutturale, credo che anche la maniera di loro formazione, pur essendo la medesima nei tratti essenziali, debba alquanto differire da quella conosciuta negli embrioni di altri Mammiferi, specialmente di coniglio e di cavia, per gli studi di Uskow, di Lockvood, di His, di Ranv e segnatamente di Brachet e di Hochstetter.

Anche nell' embrione umano i canali pleuropericardiaci sono stati bene studiati per opera di His, di Mall e più recentemente di Broman, che, nel suo libro « normale und abnorm Entwicklung des Menschen » a pag. 586 (Fig. 466), dà una figura di un modello di ricostruzione che mostra assai chiaramente la loro disposizione.

Come ha dimostrato Brachet, negli embrioni di coniglio di dodici giorni e mezzo e di tredici giorni e mezzo di età e anche in embrioni della lunghezza di 9 a 11 mm., gli sbocchi dei due dotti pleuropericardiaci si presentano sotto forma di due strette fessure che poi decorrono cranialmente a guisa di due doccie, una per lato, dall' autore chiamate doccie pleuropericardiache. Queste due doccie, che sono la porzione craniale delle doccie pleuropericardiache primitive e che fanno parte della parete dorsale della cavità pericardiaca (1), verso l' interno (medialmente) sono delimitate dal grosso cercine longitudinale, cercine mesenterico come lo chiama Brachet, che corrisponde alla porzione anteriore o craniale del mesocardio dorsale ed è formato dalla massa di tessuto connettivo embrionale in cui sono compresi l' esofago e la trachea (donde anche il nome di cercine tracheale) e che sporge sulla linea mediana nella parete dorsale della cavità pericardiaca primitiva; verso l' esterno (lateralmente) sono invece delimitate dalla parete mediale del dotto di Cuvier del rispettivo lato.

La chiusura delle cavità pleuriche [che rappresentano ad un certo momento la porzione posteriore (caudale) delle doccie pleuropericardiache primitive, vale a dire quella loro porzione che Brachet ha indicato col nome di doccie pleurali (cavità pleurali primitive) (2)] verso la cavità pericardiaca avviene per il fatto, rilevato da Brachet, che i dotti di Cuvier, quando, cambiando direzione, assumono un decorso longitudinale (caudo-craniale), stanno dapprima addossati agli atrî del cuore e successivamente si saldano con la parete dorsale degli atrî medesimi, mentre il cercine mesenterico o cercine tracheale della parete dorsale della cavità pericardiaca nella sua parte posteriore (caudale) si unisce sulla linea mediana con la parete dell' atrio formando il mesocardio dorsale propriamente detto (che

---

(1) Esse appartengono in certa maniera alla parete dorsale del corpo che qui cranialmente viene a costituire la parete dorsale della cavità pericardiaca. Brachet fa osservare che non si è ancora seguito il destino delle doccie pleuropericardiache nell' ulteriore evoluzione del pericardio definitivo. Accennerò più innanzi alla regione del pericardio che, almeno in parte, io ritengo derivare da esse nel successivo modificarsi del pericardio.

(2) Questa porzione posteriore corrisponde al recessus parietalis dorsalis di His (al prolungamento toracico della cavità del tronco) nell' embrione umano, il quale recesso diviene la cavità pleurica e riceve l' abbozzo del polmone.

si mette in continuazione col meso ventrale dando luogo ad un setto tra i due polmoni, il setto mesenterico) e da ogni lato con la parete dei vicini dotti di Cuvier. Per mezzo di questo processo descritto da Brachet, le doccie pleuropericardiache nella loro porzione posteriore, nel tratto cioè di passaggio alle doccie pleurali divenute cavità pleuriche, sono trasformate in strette fessure o canali, i canali pleuropericardiaci, i quali però finalmente si chiudono per saldamento delle loro pareti. In altre parole, i canali pleuropericardiaci si restringono fino a ridursi ad anguste fessure per azione dei dotti di Cuvier e poi si chiudono completamente per l'attivo accrescimento delle membrane pleuropericardiache che rappresentano la parte dorso-craniale del setto trasverso e che Broman chiama anche setto pericardiaco-pleurale primitivo (1). Da ultimo ciascun canale ha l'aspetto di fessura e si trova a lato del cercine tracheale tra questo e il rispettivo dotto di Cuvier. Nell'esame della serie delle sezioni, procedendo in senso cranio-caudale, i canali negli embrioni di coniglio s'incontrano prima di giungere a quelle sezioni che cominciano a colpire le cavità pleuriche e l'estremo craniale dell'abbozzo dei polmoni e pertanto prima di giungere sulle membrane pleuropericardiache. In avanti (cranialmente) i due canali si aprono, come sopra si è ricordato, nella cavità pericardiaca e precisamente in quello spazio che può essere considerato come la continuazione delle doccie pleuropericardiache primitive, destra e sinistra. Queste due doccie nel loro tratto posteriore (caudale) si uniscono, passano cioè l'una nell'altra, al disotto (ventralmente) del cercine mesenterico (cercine tracheale) a costituire uno spazio che lateralmente è chiuso dai dotti di Cuvier aderenti agli atrî e che nelle sezioni trasversali ha figura semilunare o a ferro di cavallo e circonda dal lato ventrale il detto cercine. Tale spazio viene a trovarsi subito al davanti (cranialmente) del margine superiore (craniale) libero del mesenterio ventrale che lo chiude dal lato caudale. La sua parete dorsale è fatta dal cercine e dalle doccie, la parete ventrale dalla superficie esterna della parete dorsale degli atrî. In avanti (cranialmente) le doccie si aprono a loro volta largamente nel resto della cavità pericardiaca.

Le strette fessure o canali pleuropericardiaci sono molto corti, hanno le pareti liscie e i loro sbocchi, tanto il craniale o anteriore nelle doccie pleuropericardiache, quanto il caudale o posteriore nella rispettiva cavità pleurica, non muniti di alcuna piega.

Una uguale disposizione io ho osservato nelle sezioni seriali trasverse di due embrioni di ratto albino che sono presso a poco a quel grado di sviluppo nel quale si trovavano gli embrioni di coniglio dalle cui sezioni trasverse il Brachet ricavò le figure 5 a 9 e le figure 10 a 15 del suo lavoro « Recherches sur l'évolution de la portion céphalique des cavités pleurales et sur le développement de la membrane pleuro-péricardique ».

Vengo ora a dire brevemente delle mie osservazioni in embrioni di *Muletia.*

Negli embrioni di *Muletia*, che io ho studiati, le cavità pleuriche sono già molto ampie: esse si estendono cranialmente fino a livello dell'estremo anteriore degli atrî del cuore: caudalmente comunicano ancora mediante una stretta fessura con la cavità peri-

---

(1) L'accrescimento avviene non perchè i dotti di Cuvier stirano cranialmente le membrane pleuropericardiache, ma in conseguenza della notevole distensione della cavità pericardiaca e delle cavità pleuriche.

toneale (1). La cavità pericardiaca è notevolmente ampia e già assai estesa è la membrana pleuropericardiaca (porzione dorso-craniale del setto trasverso), che, come si sa, deriva in parte dalla separazione del seno venoso dal setto trasverso e in parte si accresce attivamente per l'ingrandirsi della cavità pericardiaca. I dotti di Cuvier hanno una direzione obliqua cranio-caudale e decorrono quasi paralleli alla trachea (2). Si potrebbero già indicare col nome di vene cave superiori. Le doccie pleuropericardiache, molto ben distinte, sono limitate medialmente dal grosso cercine mesenterico (porzione craniale del mesocardio dorsale) costituito dalla massa mesenchimatica che avvolge l'esofago e la trachea e che a guisa di bassa e larga cresta arrotondata sporge dalla parete dorsale della cavità pericardiaca (3) cranialmente al margine anteriore libero del mesenterio ventrale. Lateralmente esse vengono delimitate dalla parete mediale del rispettivo dotto di Cuvier. Nella porzione craniale di ciascuna doccia pleuropericardiaca scorre, occupandone il suo angolo o fondo dorsale e formandovi quindi una leggera sporgenza, l'arteria polmonare (il rispettivo ramo dell'arteria polmonare). Più indietro, quando è avvenuta la divisione della trachea nei due bronchi, i rami dell'arteria polmonare decorrono nello spessore del cercine mesenterico, situati, ciascuno, lateralmente e ventralmente al bronco del proprio lato (4). A differenza di quanto accade negli embrioni di coniglio, in quelli di armadillo è più esteso in lunghezza il tratto craniale del cercine mesenterico in cui questo è libero (non aderente alla parete del cuore), sicchè, procedendo caudalmente nell'esame delle sezioni trasversali, soltanto quando si incominciano ad incontrare i canali pleuropericardiaci e quando si è sorpassato quello di destra, il cercine si salda alla parete dorsale del tratto trasverso del seno venoso. Ai due lati del cercine mesenterico ciascun dotto di Cuvier si è unito per mezzo della sua parete inferiore colla parete dorsale del corrispondente atrio (a destra più precisamente colla parete dorsale del corno corrispondente del seno venoso che è la prosecuzione caudale del dotto di Cuvier destro). Ne consegue che lo spazio compreso tra la superficie ventrale convessa e libera del cercine mesenterico (mesocardio dorsale) e la superficie esterna della parete dorsale del cuore, in gran parte dell'atrio sinistro e del seno venoso, viene chiuso all'esterno (lateralmente) ed allora nelle sezioni trasversali apparisce uno spazio chiuso ai lati dai mesocardi laterali (5), spazio di figura semilunare o a ferro di cavallo che circonda ventralmente il cercine mesenterico ed ha i corni, che rappresentano le doccie pleuropericardiache, rivolti in alto dorsalmente.

---

(1) Come è noto, la separazione della cavità pericardiaca primitiva dalle cavità pleuriche si compie prima, nel corso dello sviluppo, che quella delle cavità pleuriche dalla cavità peritoneale.

(2) La loro porzione dorso-ventrale è ora brevissima.

(3) Si può dire che a questa cresta manca il mesenterio ventrale.

(4) Brachet indica i vasi, che egli ha disegnato, nelle Figure 10, 11 e 12 del suo lavoro, ai lati della trachea (da ogni lato fra la trachea e il rispettivo dotto di Cuvier), col nome di vene polmonari. Ora io in base alle mie osservazioni negli embrioni di armadillo e allo studio che ne ho potuto fare in embrioni di ratto e in uno di coniglio, non che in embrioni di pecora e di maiale, sono riuscito a stabilire che tali vasi sono effettivamente i rami dell'arteria polmonare e non le vene polmonari, le quali stanno più caudalmente e ventralmente e decorrono in senso quasi trasversale, contenute nel mesenterio ventrale.

(5) Adopro questo termine di mesocardi laterali, quantunque non si tratti dei mesocardi laterali primitivi, perchè credo che essi derivino in parte dai mesocardi laterali primitivi.

Dalle pareti laterali di questo spazio, ossia dai mesocardi laterali e più esattamente dai margini latero-ventrali del cercine mesenterico, si vedono, nelle sezioni trasversali, staccarsi le membrane pleuropericardiache che si estendono lateralmente con direzione obliqua in basso e all'infuori per andare ad inserirsi alla parete laterale del corpo. In dietro (caudalmente) lo spazio sopra descritto, restringendosi alquanto, si termina a fondo cieco subito cranialmente al margine libero del mesenterio ventrale che quindi lo chiude dal lato caudale; in avanti, nella continuazione craniale delle doccie pleuropericardiache, quando i dotti di Cuvier stanno per ricevere lo sbocco delle vene giugulari e quando viene a cessare il saldamento loro con la parete degli atrî e vengono quindi a cessare i mesocardi laterali, comunica ampiamente col rimanente della cavità pericardiaca. Si può pertanto dire che tale spazio costituisce come una specie di diverticolo del pericardio: esso diverrà il seno trasverso del pericardio (sinus transversus pericardii) dell'adulto (1).

Nello spazio che abbiamo ora descritto si aprono i canali pleuropericardiaci.

Quando, nell'esame della serie delle sezioni trasversali, procedendo da quelle più craniali a quelle più caudali, incontriamo questi canali, siamo già sull'estremo craniale dell'abbozzo dei polmoni e delle cavità pleuriche, le quali già a questo livello appariscono discretamente estese. Ciò dipende dal fatto che le due cavità pleuriche si sono ormai accresciute considerevolmente in direzione craniale (2).

I due canali e i loro orifizi non sono simmetrici, essendo il canale di destra situato un poco più cranialmente di quello di sinistra (3). L'orifizio superiore o craniale del canale pleuropericardiaco di destra è posto un poco più cranialmente di quello di sinistra; esso

---

(1) Il seno trasverso del pericardio è stato descritto recentemente dal Gaupp nel pericardio umano. Esso è compreso tra la porta venosa e la porta arteriosa del pericardio e più precisamente nell'uomo è limitato dal tratto trasverso della porta venosa, che lo chiude caudalmente, dalla porzione superiore del tratto longitudinale di questa porta (la porta venosa ha la forma di un ⊣ coricato) che lo chiude lateralmente a destra, dalla parete anteriore (craniale) dell'atrio sinistro, dalla parete posteriore (caudale) dell'aorta e dell'arteria polmonare e infine dalla parete posteriore (dorsale) del pericardio. Il seno trasverso del pericardio si apre a sinistra nella cavità pericardiaca; anche nel caso di quei Mammiferi in cui esistono due vene cave superiori (la destra e la sinistra), il seno trasverso del pericardio si apre dal lato sinistro, tra la vena cava superiore sinistra e l'atrio sinistro.

Come ricordavo nella nota (1) a pag. 308, Brachet fa osservare che non si è ancora seguìto il destino delle doccie pleuropericardiache nell'ulteriore evoluzione del pericardio definitivo. Ora io penso che se si pone mente alla costituzione del seno trasverso del pericardio, si vedrà che alla sua formazione prendono appunto parte le doccie pleuropericardiache che ne vengono a formare la parete dorsale. In questa parete corre con direzione trasversale il ramo destro dell'arteria polmonare e il tratto più prossimale del ramo sinistro. Nell'embrione, come si è visto, i rami dell'arteria polmonare decorrono appunto nelle doccie pleuropericardiache. Queste doccie, adunque, nell'ulteriore evoluzione del pericardio divengono la parete posteriore (dorsale) del seno trasverso del pericardio e il seno trasverso stesso deriva dallo spazio che abbiamo descritto nell'embrione e nel quale si aprono i canali pleuropericardiaci.

(2) Dapprima gli abbozzi delle cavità pleuriche, come si osserva negli embrioni di coniglio e anche dell'uomo (embrione della lunghezza di mm. 8,3; figura del modello di ricostruzione di Broman) sono soltanto caudalmente ai canali pleuropericardiaci che appaiono perciò come stretti tratti di unione tra la cavità pericardiaca e le cavità pleuriche (cavità pleuriche primitive).

(3) Anche nell'embrione umano il destro è un poco più craniale del sinistro.

trovasi a livello del punto in cui a sinistra, procedendo coll'esame delle sezioni in senso cranio-caudale, non si colpisce ancora il saldamento del dotto di Cuvier alla parete dorsale dell'atrio sinistro. L'orifizio superiore di ciascun canale si trova situato nella parete ventrale e laterale della doccia pleuropericardiaca del proprio lato ed è circondato da pliche, rivestite dall'epitelio della sierosa, che sporgono medialmente nello spazio della doccia e che in parte si ramificano in modo da dare al loro insieme l'aspetto come di glomerulo esterno di un pronephros, e siffatto aspetto è ancor più manifesto nelle sezioni sagittali, dove le pliche appaiono racchiuse in uno spazio che è il taglio sagittale della doccia pleuropericardiaca e che potrebbe simulare una concamerazione o diverticolo della cavità pericardiaca che a guisa di una capsula di Bowman circondi il glomerulo.

Ciascun canale pleuropericardiaco, che è breve, della lunghezza di circa 200 μ (mm. 0,2), ha una direzione leggermente obliqua dall'avanti all'indietro e dall'interno all'esterno e rimane compreso nello spessore della membrana pleuropericardiaca, la quale viene dal canale attraversata presso il suo margine mediale, non lontano dalla sua inserzione al margine laterale del cercine mesenterico. Più all'esterno corre il nervo frenico.

Perciò i canali pleuropericardiaci di *Muletia* hanno una disposizione topografica alquanto diversa da quella che posseggono negli embrioni di coniglio, di cavia e di topo.

La sezione trasversale di ogni canale è pressochè circolare o leggermente ovale. L'epitelio che ne riveste lo stretto lume è meno appiattito di quello che riveste la superficie della sierosa pericardiaca e pleurica; in qualche punto assume l'aspetto di un basso epitelio cubico.

L'orifizio inferiore o caudale di ciascun canale pleuropericardiaco è situato sulla faccia dorsale della membrana pleuropericardiaca, nel piano ventrale della fessura, o meglio dello spazio pleurale a guisa di fessura che separa l'abbozzo del polmone (l'ala polmonare) dalla membrana pleuropericardiaca. Questo orifizio nelle sezioni trasversali è di figura imbutiforme ed il lembo dorsale dell'imbuto appare come una plica della membrana pleuropericardiaca, plica che funziona quasi da valvola. Oltre a questa plica principale vi sono, specialmente nell'orifizio caudale del canale di sinistra, altre pliche più piccole che lo circondano.

L'epitelio degli orifizi e del territorio a loro circonvicino si mostra meno appiattito e quindi di aspetto cubico, sebbene molto basso, anzichè del tutto piatto come nel resto della superficie della sierosa pleurica e pericardiaca.

Da quanto ho brevemente riferito intorno ai canali pleuropericardiaci di armadillo, risulta, come dicevo a principio, che essi per alcune particolarità relative così alla loro topografia come al loro aspetto strutturale, differiscono alquanto da quelli di coniglio e di cavia, in cui per i Mammiferi furono principalmente studiati.

Quanto alla loro topografia li troviamo situati più in avanti (cranialmente), e questo va detto soprattutto per il destro, del punto in cui avviene il saldamento del cercine mesenterico colla parete dorsale della porzione atriale del cuore e colla parte dorso-craniale del setto trasverso e li vediamo compresi nello spessore della parte mediale delle mem-

brane pleuropericardiache. Data questa loro topografia, essi, pur rappresentandoci sempre un residuo dei primitivi e più ampi canali pleuropericardiaci, devono formarsi mediante un meccanismo un poco diverso da quello descritto dal Brachet negli embrioni di coniglio (saldamento del cercine mesenterico colla parete dorsale del cuore e colle pareti mediali dei dotti di Cuvier). Forse in *Muletia* il contributo dei dotti di Cuvier nel cagionare il rimpiccolimento dei canali pleuropericardiaci è minore che negli embrioni di coniglio, mentre deve aver molto maggior valore, così nel determinarne il ristringimento come nel produrre la loro chiusura definitiva, l'attivo accrescimento della membrana pleuropericardiaca, il quale fattore fu già da Brachet tenuto in considerazione anche per gli embrioni di coniglio.

Circa alla struttura, essi differiscono principalmente per la presenza di pliche che funzionano come da valvole in corrispondenza dei loro orifizi o sbocchi, tanto nell'orifizio craniale o superiore che si apre nella doccia pleuropericardiaca, quanto in quello caudale o inferiore che sbocca nella cavità pleurica.

Mi riprometto di ritornare su questo stesso argomento meglio illustrandolo con le relative figure.

AUTORI CITATI

Brachet A. — Recherches sur l'évolution de la portion céphalique des cavités pleurales et sur le développement de la membrane pleuro-péricardique. *Journal de l'Anat. et de la Physiol. Année 33. Paris 1897.*

— — Die Entwickelung der grossen Körperhöhlen und ihre Trennung von einander. (Perikardial-, Pleural- und Peritonealhöhle). Die Entwickelung der Pleuro-Perikardialmembran und des Zwerchfells. *Ergebnisse der Anat. und Entwickelungsgeschichte. Band 7: 1897. Wiesbaden 1898.*

Broman J. — Normale und abnorme Entwicklung des Menschen. *Wiesbaden 1911.*

Gaupp E. — Zum Verständnis des Pericardiums. *Anat. Anz. Band. 43. 1913.*

His W. — Anatomie menschilicher Embryonen. *Leipzig 1880-1885.*

— — Mitteilungen zur Embryologie der Säugetiere und des Menschen. *Archiv für Anat. und Physiol. Anat. Abt. 1881.*

Hochstetter E. — Die Entwickelung des Blutgefässsystems [des Herzens nebst Herzbeutel und Zwerchfell, der Blut- und Lymphgefässe, der Lymphdrüsen und der Milz in der Reihe der Wirbeltiere]. In: O. Hertwig's *Handbuch der vergleichenden und experimentellen Entwickelungslehre der Wirbeltiere. Band 3. Teil 2. Jena 1906.*

Lockwood C. B. — The early development of the pericardium, diaphragm and great veins. *Phil. Transactions of the Royal Society of London. Vol. 179. 1889.*

Mall F. P. — Development of the lesser peritoneal cavity in Birds and Mammals. *Journal of Morphol. Vol. 5. 1891.*

— — On the development of the human coelom. *Ibid. Vol. 12. 1897.*

— — in: F. Keibel und F. P. Mall's *Handbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen. Leipzig 1910.*

Ravn E. — Ueber die Bildung der Scheidewand zwischen Brust- und Bauchhöhle in Säugetierembryonen. *Archiv für Anat. und Phys. Anat. Abt. 1889.*

Uskow N. — Ueber die Entwickelung des Zwerchfelles, des Pericardium und des Cöloms. *Archiv für mikrosk. Anat. Band 22. 1883.*

INDICE

Finito di stampare
Settembre 1916